

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-268946

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

G05D 17/00

B60L 11/14

F02D 29/02

H02K 7/11

H02K 7/18

H02P 7/74

(21)Application number : 09-090267

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 24.03.1997

(72)Inventor : KOIDE SATOSHI

KAWABATA YASUMI

YAMADA EIJI

KANAMORI AKIHIKO

UCHIDA MASATOSHI

YAMANAKA AKIHIRO

KOTANI TAKESHI

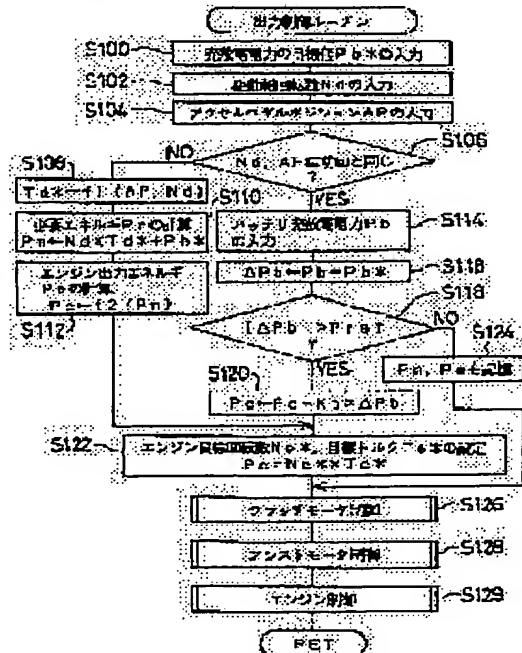
ABE TETSUYA

(54) MOTIVE FORCE OUTPUT DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a storage means from being charged/discharged by unexpected power by performing regulation so as to output desired motive force from a motor.

SOLUTION: Energy P_e to be outputted from an engine is set so as to cancel deviation ΔP_b between charging/discharging power P_b of battery and its target value P_{b*} (S116-S120), and the operation of engine is controlled so as to output this energy P_e (S122 and S134). The energy P_e outputted from the engine is converted by a clutch motor and an assist motor and outputted as motive force requested for a driving shaft and since the battery is charged/discharged by finding out the excess/lack of energy corresponding to this requested motive force, the charging/discharging power of battery can be regulated by regulating the energy P_e . When the target value P_{b*} is especially turned into a value 0, the motive force can be outputted to the driving shaft without charging/discharging caused by unexpected power.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3099769

[Date of registration] 18.08.2000

[Number of appeal against examiner's decision of

特開平10-268946

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 5 D 17/00

G 0 5 D 17/00

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

F 0 2 D 29/02

F 0 2 D 29/02

D

H 0 2 K 7/11

H 0 2 K 7/11

B

7/18

7/18

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-90267

(22) 出願日

平成9年(1997)3月24日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 小出 訓

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 川端 康己

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 山田 英治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

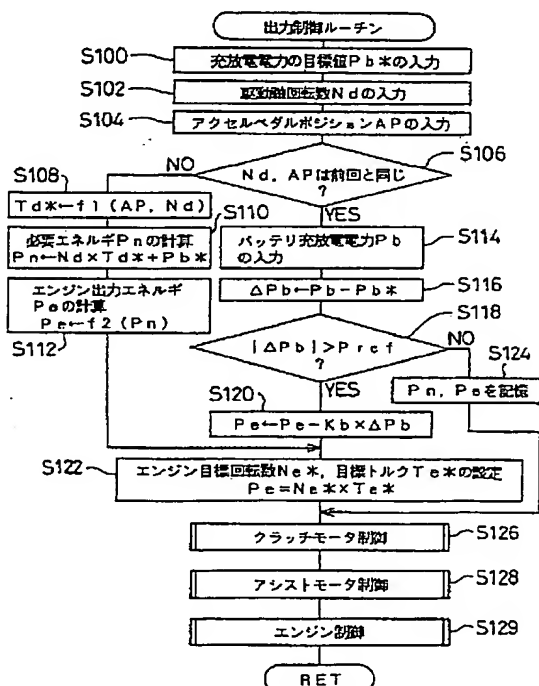
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 原動機から所望の動力が出力されるよう調整することにより、予期しない電力による蓄電手段の充放電を防止する。

【解決手段】 バッテリーの充放電電力 P_b とその目標値 P_{b*} との偏差 ΔP_b が打ち消されるようエンジンから出力されるエネルギー P_e を設定し (S116~S120)、このエネルギー P_e が出力されるようエンジンの運転を制御する (S122, S134)。エンジンから出力されるエネルギー P_e はクラッチモータとアシストモータとによりエネルギー変換されて駆動軸に要求される動力として出力されると共にこの要求動力に対する過不足のエネルギーを見い出してバッテリーを充放電するから、エネルギー P_e を調整することによりバッテリーの充放電電力を調整することができる。特に目標値 P_{b*} を値0とすれば、予期しない電力による充放電なしに駆動軸に動力を出力することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、

出力軸を有する原動機と、

前記原動機の出力軸に結合される第 1 の回転軸と前記駆動軸に結合される第 2 の回転軸とを有し、前記第 1 の回転軸に入出力される動力と前記第 2 の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、

前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、

前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段と、

前記駆動軸に出力する目標動力を設定する目標動力設定手段と、

該設定された目標動力に基づいて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定する原動機目標動力設定手段と、

該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御する原動機運転制御手段と、

前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御する動力制御手段と、

前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出する動力偏差検出手段と、

該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正する目標値修正手段とを備える動力出力装置。

【請求項 2】 前記目標値修正手段は、前記動力偏差が小さくなるよう前記原動機目標動力を修正する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の動力出力装置であって、前記目標動力と前記原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段と、

前記動力偏差検出手段により検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記目標値修正手段により修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段のデータを更新するデータ更新手段とを備え、

前記原動機目標動力設定手段は、前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定する手段である動力出力装置。

【請求項 4】 前記目標値修正手段は、前記動力偏差が小さくなるよう前記目標動力を修正する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 5】 前記目標値修正手段は、前記目標動力設定手段により設定された目標動力に対して所定の比率の

2

範囲内で修正する手段である請求項 4 記載の動力出力装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載の動力出力装置であって、

前記蓄電手段の充放電電力を検出する充放電電力検出手段を備え、

前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力に基づいて前記動力偏差を検出する手段である動力出力装置。

10 【請求項 7】 請求項 6 記載の動力出力装置であって、前記蓄電手段から充放電される目標電力を設定する目標電力設定手段を備え、

前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力と前記目標電力設定手段により設定された目標電力との電力偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段である動力出力装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載の動力出力装置であって、

20 前記エネルギー調整手段は、前記第 1 の回転軸が前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標回転数で回転するよう該第 1 の回転軸に作用するトルクを制御するトルク制御手段を備え、

前記動力偏差検出手段は、前記トルク制御手段により制御されるトルクと前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標トルクとの偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段である動力出力装置。

【請求項 9】 前記エネルギー調整手段は、前記第 1 の回転軸に結合された第 1 のロータと、前記第 2 の回転軸に結合され該第 1 のロータに対して相対的に回転可能な第 2 のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差とに基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機である請求項 1 ないし 8 いずれか記載の動力出力装置。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 8 いずれか記載の動力出力装置であって、

前記エネルギー調整手段は、

前記第 1 の回転軸および前記第 2 の回転軸と異なる第 3 の回転軸を有し、前記 3 つの回転軸のうちいずれか 2 つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ動力を入出力する 3 軸式動力入出力手段と、

前記第 3 の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とを備える動力出力装置。

【請求項 11】 出力軸を有する原動機と、

前記原動機の出力軸に結合される第 1 の回転軸と前記駆動軸に結合される第 2 の回転軸とを有し、前記第 1 の回転軸に入出力される動力と前記第 2 の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、

前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、

前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、

(a) 前記駆動軸に出力する目標動力を設定し、

(b) 該設定された目標動力に基づいて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定し、(c) 該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御すると共に、(d) 前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御し、(e) 前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出し、(f) 該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正する動力出力装置の制御方法。

【請求項12】 請求項11記載の動力出力装置の制御方法であって、

前記動力出力装置は、目標動力と原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段を備え、

前記ステップ(b)は、前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定するステップであり、

前記ステップ(f)は、前記動力偏差が小さくなるよう前記原動機目標動力を修正するステップであり、

更に、(g) 前記検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段の記憶を更新するステップを備える動力出力装置の制御方法。

【請求項13】 前記ステップ(f)は、前記設定された目標動力に対して所定の比率の範囲内で前記動力偏差が小さくなるよう前記目標動力を修正するステップである請求項11記載の動力出力装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動力出力装置およびその制御方法に関し、詳しくは、駆動軸に動力を出力する動力出力装置およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の動力出力装置としては、車両に搭載される装置であって、原動機の出力軸と電動機が取り付けられた駆動軸とを電磁継手により電磁的に結合して原動機の動力を駆動軸に出力するものが提案されている(例えば、特開昭53-133814号公報等)。この動力出力装置では、電動機により車両の走行を開始し、電動機の回転数が所定の回転数になったら、電磁継手へ励磁電流を与えて原動機をクランキングする

と共に原動機への燃料供給や火花点火を行なって原動機を始動する。原動機が始動した後は、原動機から出力される動力の一部を電磁継手による電磁的な結合を介して駆動軸に出力して車両を走行させる。原動機から出力される動力の残余は、電磁継手の電磁的な結合の滑りに応じた電力として回生され、走行の開始の際に用いられる電力としてバッテリーに蓄えられたり、電動機の駆動に必要な電力として用いられる。電動機は、駆動軸に出力すべき動力が電磁継手を介して出力される動力では不足するときに駆動され、この不足分を補う。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうした動力出力装置では、電磁継手により回生された電力や電動機の駆動に必要な電力をバッテリーの充放電によって賄うことを前提としているから、装置全体の効率は、バッテリーの充放電の効率が乗じられることによって低下するという問題があった。原動機から出力される動力が駆動軸に要求される動力より大きいときには、電磁継手によって回生される電力が電動機によって消費される電力より大きくなり、過剰の電力によってバッテリーは充電される。逆に原動機から出力される動力が駆動軸に要求される動力より小さいときには、電磁継手によって回生される電力が電動機によって消費される電力より小さくなり、不足する電力を補うためにバッテリーから放電がなされる。原動機から出力される動力と駆動軸に要求される動力とが等しければ、電磁継手によって回生される電力と電動機によって消費される電力とが等しくなってバッテリーの充放電は行われないが、上述の動力出力装置では、こうした制御は行われていない。

【0004】出願人は、こうした問題点を解決するために、既に、原動機から出力される動力と駆動軸に要求される動力とが等しくなるよう原動機の運転を制御する動力出力装置を提案している(特願平7-225869号など)。

【0005】しかし、こうした制御を行っても、原動機の運転状態は、原動機の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などによって変化したり、原動機に異常が生じたときなどには、原動機から所望の動力が出力されないことにより、予期しないバッテリーの充放電がなされ、これによって装置全体のエネルギー効率が低下する場合があった。

【0006】本発明の動力出力装置およびその制御方法は、こうした問題の少なくとも一部を解決するために、原動機から所望の動力が出力されるよう調整することを目的の一つとする。また、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、蓄電手段の予期しない充放電を少なくすると共に、予期しない充放電が生じても充放電の電力をより小さくすることを目的の一つとする。さらに、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、蓄電手段の充放電を目標とする電力によって行うと共に、充放電の

電力と目標とする電力とに偏差が生じててもこの偏差を小さくすることを目的の一つとする。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置およびその制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0008】本発明の動力出力装置は、駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段と、前記駆動軸に出力する目標動力を設定する目標動力設定手段と、該設定された目標動力に基づいて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定する原動機目標動力設定手段と、該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御する原動機運転制御手段と、前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御する動力制御手段と、前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出する動力偏差検出手段と、該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正する目標値修正手段とを備えることを要旨とする。

【0009】この本発明の動力出力装置は、原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と駆動軸に結合される第2の回転軸とを有するエネルギー調整手段が、第1の回転軸に入出力される動力と第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整する。電動機は、原動機の出力軸または駆動軸と動力のやり取りをし、蓄電手段は、必要に応じて、エネルギー調整手段によるエネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とを行う。目標動力設定手段は、駆動軸に出力する目標動力を設定し、原動機目標動力設定手段は、この設定された目標動力に基づいて原動機から出力する原動機目標動力を設定する。原動機運転制御手段は、この設定された原動機目標動力が出力されるよう原動機の運転を制御し、動力制御手段は、原動機から出力される動力と蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを目標動力にエネルギー変換して駆動軸に出力するようエネルギー調整手段と電動機とを制御する。目標値

修正手段は、動力偏差検出手段により検出された原動機から出力されている動力と原動機目標動力との動力偏差に基づいて目標動力または原動機目標動力を修正する。なお、ここでいう「動力」は、軸に作用するトルクとその軸の回転数との積の形態で表わされるエネルギーを意味する。したがって、動力としてのエネルギーの大きさが同じでも、トルクと回転数とが異なれば、動力としての形態が異なるから、異なる動力となる。なお、この「動力」の意味は、後述する本発明の動力出力装置の制御方法でも同様である。

【0010】こうした本発明の動力出力装置によれば、原動機から出力されている動力と原動機目標動力との動力偏差に基づいて原動機やエネルギー調整手段、電動機を制御することができる。例えば、動力偏差が小さくなるよう目標動力を修正するものとすれば、エネルギー調整手段および電動機を介して駆動軸に出力する動力を修正することができ、動力偏差が小さくなるよう原動機目標動力を修正するものとすれば、原動機から出力する動力を修正することができる。そして、これらの結果、非所望のエネルギーによる蓄電手段の充放電を回避することができ、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0011】動力偏差が小さくなるよう目標動力を修正する態様の本発明の動力出力装置において、前記目標動力と前記原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段と、前記動力偏差検出手段により検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記目標値修正手段により修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段のデータを更新するデータ更新手段とを備え、前記原動機目標動力設定手段は、前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定する手段であるものとすることもできる。こうすれば、原動機をより早く所望の運転状態にすることができ、この結果、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0012】また、動力偏差が小さくなるよう原動機目標動力を修正する態様の本発明の動力出力装置において、前記目標値修正手段は、前記目標動力設定手段により設定された目標動力に対して所定の比率の範囲内で修正する手段であるものとすることもできる。こうすれば、設定された目標動力から所定の比率の範囲を越えて目標動力が修正されるのを防止することができる。

【0013】これら各態様を含め本発明の動力出力装置において、前記蓄電手段の充放電電力を検出する充放電電力検出手段を備え、前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力に基づいて前記動力偏差を検出する手段であるものとすることもできる。こうすれば、蓄電手段に充放電される電力に基づいて原動機の運転を制御することができる。特に蓄電手段に充放電される電力が小さくなるよう原動機を制御

すれば、蓄電手段の充放電なし目標動力を駆動軸に出力することができる。こうした態様の動力出力装置において、前記蓄電手段から充放電される目標電力を設定する目標電力設定手段を備え、前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力と前記目標電力設定手段により設定された目標電力との電力偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段であるものとすることもできる。こうすれば、所望の電力による蓄電手段の充放電を伴いながら目標動力を駆動軸に出力することができる。

【0014】また、各態様を含め本発明の動力出力装置において、前記エネルギー調整手段は前記第1の回転軸が前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標回転数で回転するよう該第1の回転軸に作用するトルクを制御するトルク制御手段を備え、前記動力偏差検出手段は前記トルク制御手段により制御されるトルクと前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標トルクとの偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段であるものとすることもできる。こうすれば、より確実に原動機を所望の運転状態で運転することができる。

【0015】これら本発明の動力出力装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合され該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差とに基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機であるものとすることもできる。

【0016】また、本発明の動力出力装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸および前記第2の回転軸と異なる第3の回転軸を有し、前記3つの回転軸のうちいずれか2つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ動力を入出力する3軸式動力入出力手段と、前記第3の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とを備えるものとすることもできる。

【0017】本発明の動力出力装置の制御方法は、出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差に対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、(a) 前記駆動軸に出力する目標動力を設定し、(b) 該設定された目標動力に基づ

いて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定し、

(c) 該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御すると共に、(d) 前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御し、(e) 前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出し、(f) 該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正することを要旨とする。

【0018】この本発明の動力出力装置の制御方法によれば、原動機から出力されている動力と原動機目標動力との動力偏差に基づいて原動機やエネルギー調整手段、電動機を制御することができる。例えば、動力偏差が小さくなるよう目標動力を修正するものとすれば、エネルギー調整手段および電動機を介して駆動軸に出力する動力を修正することができ、動力偏差が小さくなるよう原動機目標動力を修正するものとすれば、原動機から出力する動力を修正することができる。そして、これらの結果、非所望のエネルギーによる蓄電手段の充放電を回避することができ、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0019】こうした本発明の動力出力装置の制御方法において、前記動力出力装置は目標動力と原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段を備え、前記ステップ(b)は前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定するステップであり、前記ステップ(f)は前記動力偏差が小さくなるよう前記原動機目標動力を修正するステップであり、更に、(g) 前記検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段の記憶を更新するステップを備えるものとすることもできる。こうすれば、原動機をより早く所望の運転状態にすることができ、この結果、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0020】また、本発明の動力出力装置の制御方法において、前記ステップ(f)は、前記設定された目標動力に対して所定の比率の範囲内で前記動力偏差が小さくなるよう前記目標動力を修正するステップであるものとすることもできる。こうすれば、設定された目標動力から所定の比率の範囲を越えて目標動力が修正されるのを防止することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の第1の実施例としての動力出力装置20の概略構成を示す構成図、図2は図1の動力出力装置20を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図2を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0022】図2に示すように、この車両には、動力源であるエンジン50としてガソリンにより運転されるガソリンエンジンが備えられている。このエンジン50は、吸気系からスロットルバルブ66を介して吸入した空気と燃料噴射弁51から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室52に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン54の運動をクランクシャフト56の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ66はアクチュエータ68により開閉駆動される。点火プラグ62は、イグナイタ58からディストリビュータ60を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0023】このエンジン50の運転は、電子制御ユニット（以下、E F I E C Uと呼ぶ）70により制御されている。E F I E C U 70には、エンジン50の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ66の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ67、エンジン50の負荷を検出する吸気管負圧センサ72、エンジン50の水温を検出する水温センサ74、ディストリビュータ60に設けられクランクシャフト56の回転数と回転角度を検出する回転数センサ76および回転角度センサ78などである。なお、E F I E C U 70には、この他、例えばイグニッションキーの状態S Tを検出するスタートスイッチ79なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0024】エンジン50のクランクシャフト56には、後述するクラッチモータ30およびアシストモータ40を介して駆動軸22が結合されている。駆動軸22は、ディファレンシャルギヤ24に結合されており、動力出力装置20からのトルクは最終的に左右の駆動輪26、28に伝達される。このクラッチモータ30およびアシストモータ40は、制御装置80により制御されている。制御装置80の構成は後で詳述するが、内部には制御C P Uが備えられており、シフトレバー82に設けられたシフトポジションセンサ84やアクセルペダル64に設けられたアクセルペダルポジションセンサ64aなども接続されている。また、制御装置80は、上述したE F I E C U 70と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0025】図1に示すように、実施例の動力出力装置20は、大きくは、エンジン50と、エンジン50のクランクシャフト56にアウトロータ32が結合されると共に駆動軸22にインナロータ34が結合されたクラッチモータ30と、駆動軸22に結合されたロータ42を有するアシストモータ40と、クラッチモータ30およびアシストモータ40を駆動制御する制御装置80とから構成されている。

【0026】クラッチモータ30は、図1に示すよう

に、アウトロータ32の内周面に永久磁石35を備え、インナロータ34に形成されたスロットに三相のコイル36を巻回する同期電動機として構成されている。この三相コイル36への電力は、スリップリング38を介して供給される。インナロータ34において三相コイル36用のスロットおよびティースを形成する部分は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで構成されている。なお、クランクシャフト56には、その回転角度 θ_e を検出するレゾルバ39が設けられているが、このレゾルバ39は、ディストリビュータ60に設けられた回転角度センサ78と兼用することも可能である。

【0027】他方、アシストモータ40も同期電動機として構成されているが、回転磁界を形成する三相コイル44は、ケース45に固定されたステータ43に巻回されている。このステータ43も、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで形成されている。ロータ42の外周面には、複数の永久磁石46が設けられている。アシストモータ40では、この永久磁石46により磁界と三相コイル44が形成する磁界との相互作用により、ロータ42が回転する。ロータ42が機械的に結合された軸は、動力出力装置20のトルクの出力軸である駆動軸22であり、駆動軸22には、その回転角度 θ_d を検出するレゾルバ48が設けられている。また、駆動軸22は、ケース45に設けられたベアリング49により軸支されている。

【0028】係るクラッチモータ30とアシストモータ40とは、クラッチモータ30のインナロータ34がアシストモータ40のロータ42、延いては駆動軸22に機械的に結合されている。したがって、エンジン50と両モータ30、40との関係を簡略に言えば、エンジン50からクランクシャフト56に出力された軸トルクがクラッチモータ30のアウトロータ32およびインナロータ34を介して駆動軸22に出力され、アシストモータ40からのトルクがこれに加減算されるということになる。

【0029】アシストモータ40は、通常の永久磁石型三相同期モータとして構成されているが、クラッチモータ30は、永久磁石35を有するアウトロータ32も三相コイル36を備えたインナロータ34も、共に回転するよう構成されている。そこで、クラッチモータ30の構成の詳細について、さらに説明する。クラッチモータ30のアウトロータ32はクランクシャフト56に、インナロータ34は駆動軸22に結合されており、アウトロータ32に永久磁石35が設けられていることは既に説明した。この永久磁石35は、実施例では8個（N極が4個でS極が4個）設けられており、アウトロータ32の内周面に貼付されている。その磁化方向はクラッチモータ30の軸中心に向かう方向であり、一つおきに磁極の方向は逆向きになっている。この永久磁石35と僅かなギャップにより対向するインナロータ34の三相コ

イル36は、インナロータ34に設けられた計12個のスロット（図示せず）に巻回されており、各コイルに通電すると、スロットを隔てるティースを通る磁束を形成する。各コイルに三相交流を流すと、この磁界は回転する。三相コイル36の各々は、スリップリング38から電力の供給を受けるよう接続されている。このスリップリング38は、駆動軸22に固定された回転リング38aとブラシ38bとから構成されている。なお、三相（U、V、W相）の電流をやり取りするために、スリップリング38には三相分の回転リング38aとブラシ38bとが用意されている。

【0030】隣接する一組の永久磁石35が形成する磁界と、インナロータ34に設けられた三相コイル36が形成する回転磁界との相互作用により、アウトロータ32とインナロータ34とは種々の振る舞いを示す。通常は、三相コイル36に流す三相交流の周波数は、クランクシャフト56に直結されたアウトロータ32の回転数とインナロータ34の回転数との偏差の周波数の4倍としている。

【0031】次に、クラッチモータ30およびアシストモータ40を駆動制御する制御装置80について説明する。制御装置80は、クラッチモータ30を駆動する第1の駆動回路91と、アシストモータ40を駆動する第2の駆動回路92と、両駆動回路91、92を制御する制御CPU90と、二次電池であるバッテリー94とから構成されている。制御CPU90は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM90a、処理プログラムを記憶したROM90b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU70と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU90には、レゾルバ39からのエンジン50の回転角度 θ_e 、レゾルバ48からの駆動軸22の回転角度 θ_d 、アクセルペダルポジションセンサ64aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダル64の踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ65aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダル65の踏込量）BP、シフトポジションセンサ84からのシフトポジションSP、第1の駆動回路91に設けられた2つの電流検出器95、96からのクラッチ電流値 I_{uc} 、 I_{vc} 、第2の駆動回路に設けられた2つの電流検出器97、98からのアシスト電流値 I_{ua} 、 I_{va} 、残容量検出器99aからのバッテリー94の残容量BRM、バッテリー94の出力端子に設けられた電力計99bからのバッテリー94の充放電電力 P_b などが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器99aは、バッテリー94の電解液の比重またはバッテリー94の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られて

いる。

【0032】また、制御CPU90からは、第1の駆動回路91に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタ T_{r1} ないし T_{r6} を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路92に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタ T_{r11} ないし T_{r16} を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路91内の6個のトランジスタ T_{r1} ないし T_{r6} は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一对の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、クラッチモータ30の三相コイル（UVW）36の各々が、スリップリング38を介して接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー94のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU90により対をなすトランジスタ T_{r1} ないし T_{r6} のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、各コイル36に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル36により、回転磁界が形成される。

【0033】他方、第2の駆動回路92の6個のトランジスタ T_{r11} ないし T_{r16} も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路91と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、アシストモータ40の三相コイル44の各々に接続されている。従って、制御CPU90により対をなすトランジスタ T_{r11} ないし T_{r16} のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル44に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル44により、回転磁界が形成される。

【0034】以上構成を説明した第1実施例の動力出力装置20の動作について説明する。第1実施例の動力出力装置20の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン50がEFIECU70により運転され、エンジン50の回転数 N_e が値 N_1 で回転しているとすると、このとき、制御装置80がスリップリング38を介してクラッチモータ30の三相コイル36に何等電流を流していないとすれば、即ち第1の駆動回路91のトランジスタ T_{r1} 、3、5をオフとしトランジスタ T_{r2} 、4、6をオンとした状態であれば、三相コイル36には何等の電流も流れないから、クラッチモータ30のアウトロータ32とインナロータ34とは電磁的に全く結合されていない状態となり、エンジン50のクランクシャフト56は空回りしている状態となる。

【0035】制御装置80の制御CPU90が制御信号SW1を出力してトランジスタをオンオフ制御すると、エンジン50のクランクシャフト56の回転数 N_e と駆動軸22の回転数 N_d との偏差（言い換えれば、クラッチモータ30におけるアウトロータ32とインナロータ34の回転数差 N_c （ $N_e - N_d$ ））に応じて、クラッ

チモータ 30 の三相コイル 36 に電流が流れ、クラッチモータ 30 は発電機として機能し、電流が第 1 の駆動回路 91 を介して回生され、バッテリー 94 が充電される。このとき、アウトロータ 32 とインナロータ 34 とは滑りが存在する電磁的な結合状態となり、インナロータ 34 は、エンジン 50 の回転数 N_e (クランクシャフト 56 の回転数) より低い回転数 N_d で回転する。この状態で、回生される電気エネルギーと等しいエネルギーがアシストモータ 40 で消費されるように、制御 CPU 90 が第 2 の駆動回路 92 を制御すると、アシストモータ 40 の三相コイル 44 に電流が流れ、アシストモータ 40 においてトルクが発生する。

【0036】図 3 に照らせば、エンジン 50 の回転数 N_e が値 N_1 でトルク T_e が値 T_1 の運転ポイント P_1 で運転しているときに、クラッチモータ 30 で値 T_1 のトルクを駆動軸 22 に伝達すると共に領域 G_1 で表わされるエネルギーを回生し、この回生されたエネルギーを領域 G_2 で表わされるエネルギーとしてアシストモータ 40 に供給することにより、値 N_2 の回転数で回転する駆動軸 22 に値 T_2 のトルクを出力することができる。

【0037】次に、エンジン 50 の回転数 N_e が値 N_2 でトルク T_e が値 T_2 の運転ポイント P_2 で運転されており、駆動軸 22 の回転数 N_d が値 N_2 より大きな値 N_1 で回転している場合を考える。この状態では、クラッチモータ 30 のインナロータ 34 は、アウトロータ 32 に対して回転数差 N_c ($N_e - N_d$) の絶対値で示される回転数で駆動軸 22 の回転方向に回転するから、クラッチモータ 30 は、通常のモータとして機能し、バッテリー 94 からの電力により駆動軸 22 に回転エネルギーを与える。一方、制御 CPU 90 によりアシストモータ 40 により電力を回生するよう第 2 の駆動回路 92 を制御すると、アシストモータ 40 のロータ 42 とステータ 43 との間の滑りにより三相コイル 44 に回生電流が流れる。ここで、アシストモータ 40 により回生される電力がクラッチモータ 30 により消費されるよう制御 CPU 90 により第 1 および第 2 の駆動回路 91, 92 を制御すれば、クラッチモータ 30 を、バッテリー 94 に蓄えられた電力を用いることなく駆動することができる。

【0038】図 3 に照らせば、クランクシャフト 56 の回転数 N_e が値 N_2 でトルク T_e が値 T_2 の運転ポイント P_2 で運転しているときに、領域 G_1 と領域 G_3 との和として表わされるエネルギーをクラッチモータ 30 に供給して駆動軸 22 に値 T_2 のトルクを出力すると共に、クラッチモータ 30 に供給するエネルギーを領域 G_2 と領域 G_3 との和として表わされるエネルギーとしてアシストモータ 40 から回生して賄うことにより、値 N_1 の回転数で回転する駆動軸 22 に値 T_1 のトルクを出力することができる。

【0039】以上の説明から解るように、第 1 実施例の動力出力装置 20 では、エンジン 50 の回転数 N_e が駆

動軸 22 の回転数 N_d より大きいか否かに拘わらず、エンジン 50 から出力される動力のすべてをトルク変換して駆動軸 22 に出力することができる。このことは、クラッチモータ 30 とアシストモータ 40 とによるトルク変換の効率を 100% とすれば、エンジン 50 の運転ポイントは、駆動軸 22 に出力すべきエネルギー P_d と同一のエネルギーを出力する運転ポイントであれば如何なるポイントであってもよいことを意味する。したがって、エンジン 50 の運転ポイントは、駆動軸 22 に出力すべきエネルギー P_d と同一のエネルギーを出力することを条件に駆動軸 22 の回転数 N_d に拘わらず自由に定めることができる。こうしたエンジン 50 の運転ポイントの設定については後述する。なお、クラッチモータ 30 とアシストモータ 40 とによるトルク変換の効率は、実際には 100% ではないが、実施例では、説明の容易のために 100% として扱う。

【0040】このように、第 1 実施例の動力出力装置 20 では、エンジン 50 から出力される動力のすべてをトルク変換して駆動軸 22 に出力することができるが、この動作の他に、エンジン 50 から出力される動力 (トルク T_e と回転数 N_e との積) を駆動軸 22 に要求される動力 (トルク T_d と回転数 N_d との積) より大きくして余剰の電気エネルギーを見出し、バッテリー 94 の充電を伴う動作としたり、逆にエンジン 50 から出力される動力を駆動軸 22 に要求される動力より小さくして電気エネルギーが不足するものし、バッテリー 94 から放電を伴う動作とすることもできる。

【0041】次に、実施例の動力出力装置 20 における出力制御について図 4 に例示する出力制御ルーチンに基づき具体的に説明する。この出力制御ルーチンは、動力出力装置 20 を起動した直後から所定時間毎 (例えば、20 msec 毎) に繰り返し実行されるものである。本ルーチンが実行されると、制御装置 80 の制御 CPU 90 は、まず、バッテリー 94 の充放電電力 P_b の目標値 P_{b*} を読み込む処理を行なう (ステップ S100)。バッテリー 94 の充放電電力 P_b の目標値 P_{b*} は、図示しないバッテリー 94 の充放電電力設定ルーチンにより設定され、RAM 90a の所定アドレスに記憶されるものである。充放電電力設定ルーチンでは、バッテリー 94 の残容量 BRM が目標とする範囲内にあるか否かに基づいてバッテリー 94 を充電するか否かを判定し、バッテリー 94 の残容量 BRM の状態等に基づいて定まる充電電力や放電電力を充放電電力 P_b の目標値 P_{b*} として設定する。続いて、駆動軸 22 の回転数 N_d を読み込む処理を行なう (ステップ S102)。駆動軸 22 の回転数は、レゾルバ 48 から読み込んだ駆動軸 22 の回転角度 θ_d から求めることができる。

【0042】続いて、アクセルペダルポジションセンサ 64a により検出されるアクセルペダル 64 の踏込量であるアクセルペダルポジション A_P を読み込む処理を行

なう（ステップS104）。アクセルペダル64は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであり、したがって、アクセルペダルポジションAPの値は運転者の欲している出力トルク（すなわち、駆動軸22に出力すべきトルク）に対応するものである。そして、読み込んだ駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPとが前回このルーチンが起動されたときに読み込まれたものと同じか否かを判定する（ステップS106）。なお、第1実施例の動力出力装置20が起動されてから始めて本ルーチンを実行するときには、動力出力装置20の起動直後に実行される図示しない初期化ルーチンにより前回の回転数NdとアクセルペダルポジションAPとは値0が設定されるから、この値を用いて判定が行なわれる。動力出力装置20が起動されアクセルペダル64が踏み込まれたときには、アクセルペダルポジションAPが前回と異なる値となるから、まず駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPのいずれかが前回の値と異なるときの処理について説明する。

【0043】駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPのいずれかが前回の値と異なるときには、読み込んだアクセルペダルポジションAPと駆動軸22の回転数Ndとに基づいてTd*を導出する処理を行なう（ステップS108）。実施例では、各アクセルペダルポジションAPと回転数Ndとの組み合わせに対して対応するトルク指令値Td*を定め、これを予めマップとしてROM90bに記憶しておき、駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPが読み込まれると、ROM90bに記憶したマップを参照して対応するトルク指令値Td*を導出するものとした。なお、このマップの一例を図5に示す。

【0044】次に、導き出されたトルク指令値Td*と読み込まれた駆動軸22の回転数Ndとバッテリー94の充放電電力Pbの目標値Pb*とから、必要なエネルギーPnを計算（ $Pn = Nd \times Td* + Pb*$ ）により求め（ステップS110）、求めたエネルギーPnに基づいてエンジン50から出力すべきエネルギーPeを設定する（ステップS112）。ここで、バッテリー94の放電を必要とする場合もあり、その場合には目標値Pb*は負の値となるから、必要なエネルギーPnが駆動軸22に出力すべきエネルギーPd（ $Pd = Nd \times Td*$ ）より小さくなることもある。エネルギーPeの導出は、実施例では、後述するステップS128によりRAM90aに記憶されるエネルギーPnとエネルギーPeとからなるマップを用いてエネルギーPnに対応するエネルギーPeを導出するものとした。なお、ステップS128により記憶されないエネルギーPnとエネルギーPeとの組み合わせについては、予め設定された値が用いられる。

【0045】こうしてエンジン50から出力すべきエネルギーPeが導出されると、このエネルギーPeに基づいて

エンジン50の目標回転数Ne*と目標トルクTe*とを設定する処理を行なう（ステップS122）。ここで、エンジン50から出力されるエネルギーPeはエンジン50の回転数NeとトルクTeとの積に等しいから、エネルギーPeと目標回転数Ne*および目標トルクTe*との関係は $Pe = Ne* \times Te*$ となる。しかし、かかる関係を満足する目標回転数Ne*と目標トルクTe*との組合せは無数に存在する。そこで、実施例では、実験などにより各エネルギーPeに対してエンジン50ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギーPeの変化に対してエンジン50の運転状態が滑らかに変化する運転ポイント为目标回転数Ne*と目標トルクTe*との組み合わせとして求め、これを予めROM90bにマップとして記憶しておき、エネルギーPeに対応する目標回転数Ne*と目標トルクTe*との組み合わせをこのマップから導出するものとした。このマップについて、更に説明する。

【0046】図6は、エンジン50の運転ポイントとエンジン50の効率との関係を示すグラフである。図中曲線Bはエンジン50の運転可能な領域の境界を示す。エンジン50の運転可能な領域には、その特性に応じて効率が同一の運転ポイントを示す曲線 $\alpha 1$ ないし $\alpha 6$ のような等効率線を描くことができる。また、エンジン50の運転可能な領域には、トルクTeと回転数Neとの積で表わされるエネルギーが一定の曲線、例えば曲線C1-C1ないしC3-C3を描くことができる。こうして描いたエネルギー一定の曲線C1-C1ないしC3-C3に沿って各運転ポイントの効率をエンジン50の回転数Neを横軸として表わすと図7のグラフのようになる。

【0047】図示するように、出力するエネルギーが同じでも、どの運転ポイントで運転するかによってエンジン50の効率は大きく異なる。例えばエネルギー一定の曲線C1-C1上では、エンジン50を運転ポイントA1（トルクTe1、回転数Ne1）で運転することにより、その効率が最も高くすることができる。このような効率が最も高い運転ポイントは、出力エネルギー一定の曲線C2-C2およびC3-C3ではそれぞれ運転ポイントA2およびA3が相当するように、各エネルギー一定の曲線上に存在する。図6中の曲線Aは、これらのことに基づき各エネルギーPeに対してエンジン50の効率ができるだけ限り高くなる運転ポイントを連続する線で結んだものである。実施例では、この曲線A上の各運転ポイント（回転数Ne、トルクTe）とエネルギーPeとの関係をマップとしたものを用いてエンジン50の目標回転数Ne*と目標トルクTe*とを設定した。

【0048】ここで、曲線Aを連続する曲線で結ぶのは、エネルギーPeの変化に対して不連続な曲線によりエンジン50の運転ポイントを定めると、エネルギーPeが不連続な運転ポイントを跨いで変化するときエンジン50の運転状態が急変することになり、その変化の程度

によつては、目標の運転状態にスムーズに移行できずノッキングを生じたり停止してしまう場合があるからである。したがって、このように曲線Aを連続する曲線で結ぶと、曲線A上の各運転ポイントがエネルギー一定の曲線上で最も効率が高い運転ポイントとならない場合もある。なお、図6中、回転数 N_{emin} とトルク T_{emin} とにより表わされる運転ポイント A_{min} は、エンジン50から出力可能な最小エネルギーの運転ポイントである。

【0049】こうしてエンジン50の目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} とを設定すると、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう(ステップS126ないしS129)。実施例では、図示の都合上、クラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の各制御を本ルーチンの別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は本ルーチンとは異なるタイミングで別個独立にかつ並行的に行なわれる。例えば、制御CPU90が割り込み処理を利用して、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御を本ルーチンとは異なるタイ

ミングで平行して実行すると共に、通信によりEFI ECU70に指示を送信して、EFI ECU70によりエンジン50の制御も平行して行なわせるのである。

【0050】クラッチモータ30の制御(図4のステップS126)は、図8に例示するクラッチモータ制御ルーチンにより行なわれる。このルーチンが実行されると、制御装置80の制御CPU90は、まず、エンジン*

$$T_{c*} \leftarrow \text{前回} T_{c*} + K_1(N_{e*} - N_e) + K_2 \int (N_{e*} - N_e) dt \quad \dots\dots(1)$$

【0052】次に、駆動軸22の回転角度 θ_d をレゾルバ48から、エンジン50のクランクシャフト56の回転角度 θ_e をレゾルバ39から入力する処理を行ない

(ステップS134、S136)、クラッチモータ30の電気角 θ_c を両軸の回転角度 θ_e 、 θ_d から求める処理を行なう(ステップS138)。実施例では、クラッチモータ30として4極対の同期電動機を用いているから、 $\theta_c = 4(\theta_e - \theta_d)$ を演算することになる。

【0053】次に、電流検出器95、96により、クラッチモータ30の三相コイル36のU相とV相に流れている電流 I_{uc} 、 I_{vc} を検出する処理を行なう(ステップS140)。電流はU、V、Wの三相に流れている※

$$\begin{bmatrix} I_{dc} \\ I_{qc} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_c - 120) \\ -\cos(\theta_c - 120) \end{bmatrix}$$

【0055】次に、2軸の電流値に変換した後、クラッチモータ30におけるトルク指令値 T_{c*} から求められる各軸の電流指令値 I_{dc*} 、 I_{qc*} と実際各軸に流れた電流 I_{dc} 、 I_{qc} と偏差を求め、各軸の電圧指令値 V_{dc} 、 V_{qc} を求める処理を行なう(ステップS146)。即ち、まず以下の式(3)の演算を行ない、次

50の回転数 N_e を読み込む処理を実行する(ステップS130)。エンジン50の回転数 N_e は、レゾルバ39により検出されるクランクシャフト56の回転角度 θ_e から求めることもできし、ディストリビュータ60に設けられた回転数センサ76によつても検出することができる。続いて、読み込んだ回転数 N_e を用いて次式(1)によりクラッチモータ30のトルク指令値 T_{c} を設定する(ステップS132)。ここで、式(1)中の前回 T_{c*} は、前回このルーチンが起動されたときに設定されたトルク指令値 T_{c*} である。また、式(1)中の右辺第2項は、回転数 N_e の目標回転数 N_{e*} からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第3項は定常偏差をなくす積分項であり、 K_1 および K_2 は比例定数である。このようにクラッチモータ30のトルク指令値 T_{c*} を設定することによりエンジン50を目標回転数 N_{e*} で安定して回転させることができる。なお、エンジン50が目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} とにより表わされる運転ポイントで定常運転されていれば、クラッチモータ30のトルク指令値 T_{c*} は、目標トルク T_{e*} に等しく設定されることになる。このように定常状態ではクラッチモータ30のトルク指令値 T_{c*} が目標トルク T_{e*} に等しく設定されるのは、クラッチモータ30のトルク T_c がエンジン50の負荷トルクに相当するからである。

【0051】

【数1】

※が、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換(三相-二相変換)を行なう(ステップS144)。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸、q軸の電流値に変換することであり、次式(2)を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸及びq軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0054】

【数2】

$$\begin{bmatrix} \sin \theta_c \\ \cos \theta_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{uc} \\ I_{vc} \end{bmatrix} \quad \dots\dots(2)$$

に次式(4)の演算を行なうのである。ここで、 K_{p1} 、2及び K_{i1} 、2は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。なお、電圧指令値 V_{dc} 、 V_{qc} は、電流指令値 I_{dc*} と偏差 ΔI に比例する部分(式(4)右辺第1項)と偏差 ΔI のi回分の過去の累積分(右辺第2項)とか

ら求められる。

【0056】

【数3】

$$\begin{aligned}\Delta Idc &= Idc^* - Idc \\ \Delta Iqc &= Iqc^* - Iqc\end{aligned}\quad \cdots\cdots(3)$$

【0057】

【数4】

$$\begin{aligned}Vdc &= Kp1 \cdot \Delta Idc + \sum Ki1 \cdot \Delta Idc \\ Vqc &= Kp2 \cdot \Delta Iqc + \sum Ki2 \cdot \Delta Iqc\end{aligned}\quad \cdots\cdots(4)$$

$$\begin{aligned}\begin{bmatrix} Vuc \\ Vvc \end{bmatrix} &= \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vdc \\ Vqc \end{bmatrix} \\ Vwc &= -Vuc - Vvc\end{aligned}\quad \cdots\cdots(5)$$

【0060】実際の電圧制御は、第1の駆動回路91のトランジスタTr1ないしTr6のオンオフ時間によりなされるから、式(5)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタTr1ないしTr6のオン時間をPWM制御する(ステップS149)。

【0061】なお、クラッチモータ30の制御は、トルク指令値Tc*の符号を駆動軸22にクランクシャフト56の回転方向に正のトルクが作用するときを正とすると、正の値のトルク指令値Tc*が設定されても、エンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより大きいとき(正の値の回転数差Nc(Ne-Nd)が生じるとき)には、回転数差Ncに応じた回生電流を発生させる回生制御がなされ、回転数Neが回転数Ndより小さいとき(負の値の回転数差Nc(Ne-Nd)が生じるとき)には、クランクシャフト56に対して相対的に回転数差Ncの絶対値で示される回転数で駆動軸22の回転方向に回転する力行制御がなされる。クラッチモータ30の回生制御と力行制御は、トルク指令値Tc*が正の値であれば、共にアウトロータ32に取り付けられた永久磁石35と、インナロータ34の三相コイル36に流れる電流により生じる回転磁界とにより正の値のトルクが駆動軸22に作用するよう第1の駆動回路91のトランジスタTr1ないしTr6を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。即ち、トルク指令値Tc*の符号が同じであれば、クラッチモータ30の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図8のクラッチモータ制御ルーチンで回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値Tc*が負の値のとき、即ち駆動軸22を制動しているときや車両を後進させているときは、ステップS138のクラッチモータ30の電気角θcの変化の方向が逆になるから、この際の制御も図8のクラッチモータ制御ルーチンにより行なうことができる。

【0062】次に、アシストモータ40の制御(図4の

*【0058】その後、こうして求めた電圧指令値をステップS144で行なった変換の逆変換に相当する座標変換(二相-三相変換)を行ない(ステップS148)、実際に三相コイル36に印加する電圧Vuc, Vvc, Vwcを求める処理を行なう。各電圧は、次式(5)により求める。

【0059】

【数5】

ステップS128)について図9に例示するアシストモータ制御ルーチンに基づき説明する。アシストモータ制御ルーチンが実行されると、制御装置80の制御CPU90は、まず、駆動軸22に出力すべきトルクの指令値Td*からクラッチモータ30のトルク指令値Tc*を減じてアシストモータ40のトルク指令値Ta*を設定する(ステップS150)。続いて、駆動軸22の回転角度θdをレゾルバ48を用いて検出し(ステップS151)、検出した回転角度θdを用いてアシストモータ40の電気角θaを求める処理を行なう(ステップS152)。実施例では、アシストモータ40にも4極対の同期電動機を用いているから、θa=4θdを演算することになる。そして、アシストモータ40の各相電流を電流検出器97, 98を用いて検出する処理(ステップS153)を行なう。その後、クラッチモータ30と同様の座標変換(ステップS154)および電圧指令値Vda, Vqaの演算を行ない(ステップS156)、更に電圧指令値の逆座標変換(ステップS158)を行なって、アシストモータ40の第2の駆動回路92のトランジスタTr11ないしTr16のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう(ステップS159)。これらの処理は、クラッチモータ30について行なったものと全く同一である。

【0063】ここで、アシストモータ40のトルク指令値Ta*は、ステップS150に示すように、トルク指令値Td*からクラッチモータ30のトルク指令値Tc*を減じて求められるから、正の値となったり負の値となったりする。したがって、アシストモータ40は、トルク指令値Ta*が正の値のときには力行制御がなされ、逆にトルク指令値Ta*が負の値のときには、回生制御がなされることになる。しかし、アシストモータ40の力行制御と回生制御は、クラッチモータ30の制御と同様に、共に図9のアシストモータ制御ルーチンで行なうことができる。また、駆動軸22がクランクシャフト56の回転方向と逆向きに回転しているときも同様で

ある。なお、アシストモータ 40 のトルク指令値 T_a^* の符号は、駆動軸 22 にクランクシャフト 56 の回転方向に正のトルクが作用するときを正とした。

【0064】次に、エンジン 50 の制御（図 4 のステップ S129）について説明する。エンジン 50 は、図 4 のステップ S122 において設定された目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* とにより表わされる運転ポイントで定常運転状態となるようその回転数 N_e とトルク T_e とが制御される。具体的には、エンジン 50 が目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* とで表わされる運転ポイントで運転されるよう、制御 CPU 90 から通信により目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* とを受信した ECU 70 によってスロットルバルブ 66 の開度制御、燃料噴射弁 51 からの燃料噴射制御および点火プラグ 62 による点火制御が行なわれると共に、制御装置 80 の制御 CPU 90 によりエンジン 50 の負荷トルクとしてのクラッチモータ 30 のトルク T_c を制御が行なわれるのである。エンジン 50 は、その負荷トルクにより出力トルク T_e と回転数 N_e とが変化するから、ECU 70 による制御だけでは目標トルク T_e^* および目標回転数 N_e^* の運転ポイントで運転することはできず、負荷トルクを与えるクラッチモータ 30 のトルク T_c の制御も必要となるからである。なお、クラッチモータ 30 のトルク T_c の制御は、前述したクラッチモータ 30 の制御で説明した。

【0065】こうした処理により、目標値 P_b^* が正の値のときには、エンジン 50 から出力されるエネルギー P_e の一部がクラッチモータ 30 とアシストモータ 40 とによりトルク変換されて回転数 N_d とトルク指令値 T_d^* との積として表わされる動力として駆動軸 22 に出力されると共に、エネルギー P_e の残余がクラッチモータ 30 またはアシストモータ 40 によって目標値 P_b^* に相当する電気エネルギーに変換され、この電気エネルギーによりバッテリー 94 が充電される。また、目標値 P_b^* が負の値のときには、エンジン 50 から出力されるエネルギー P_e とバッテリー 94 から放電される目標値 P_b^* に相当する電気エネルギーとがクラッチモータ 30 とアシストモータ 40 とによりトルク変換されて回転数 N_d とトルク指令値 T_d^* との積として表わされる動力として駆動軸 22 に出力される。特に、目標値 P_b^* が値 0 のときには、必要なエネルギー P_n が駆動軸 22 に出力すべきエネルギー P_d と等しくなるから、エンジン 50 から出力されるエネルギー P_e のすべてがクラッチモータ 30 とアシストモータ 40 とによりトルク変換されて回転数 N_d とトルク指令値 T_d^* との積として表わされる動力として駆動軸 22 に出力されることになる。

【0066】しかし、本明細書の発明が解決しようとする課題の欄でも記載したように、エンジン 50 の運転状態や効率、エンジン 50 の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などによって変化するから、上述

のように各設定値を設定して制御しても、エンジン 50 から出力されるエネルギーが必要なエネルギー P_n に対応するものにならないときもある。このときには、バッテリー 94 の充放電電力 P_b がその目標値 P_b^* からずれることになる。以下に、こうしたずれを修正する処理について、図 4 の出力制御ルーチンのステップ S114 ないし S124 の処理に基づき説明する。

【0067】ステップ S106 で駆動軸 22 の回転数 N_d とアクセルペダルポジション AP とが前回と同じときには、まず、電力計 99b により検出されるバッテリー 94 の充放電電力 P_b を読み込む処理を行なう（ステップ S114）。続いて、読み込んだ充放電電力 P_b から目標値 P_b^* を減じてその偏差 ΔP_b を求め（ステップ S116）、求めた偏差 ΔP_b の絶対値を閾値 P_{ref} と比較する（ステップ S118）。ここで、偏差 ΔP_b は、エンジン 50 から実際に出力されているエネルギーのエンジン 50 から出力すべきエネルギーに対する偏差を表わす。また、閾値 P_{ref} は、バッテリー 94 の充放電電力 P_b の目標値 P_b^* からの許容範囲として設定されるものであり、エンジン 50 の応答レスポンスや本ルーチンの繰り返しの時間間隔、クラッチモータ 30 やアシストモータ 40 の特性などによって定められる。

【0068】偏差 ΔP_d が許容範囲内にあるときには、エンジン 50 から実際に出力されているエネルギーがエンジン 50 から出力すべきエネルギーに対応すると判断し、そのときのエネルギー P_n とエネルギー P_e との組み合わせをステップ S112 のエネルギー P_e を導出する処理で用いたマップに書き込み（ステップ S124）、そのときに設定されている各設定値を用いてクラッチモータ 30、アシストモータ 40 およびエンジン 50 を制御を行なう（ステップ S126 ないし S129）。このようにエネルギー P_n とエネルギー P_e との組み合わせをエネルギー P_e を導出する処理で用いたマップに書き込むことにより、ステップ S112 の処理でより的確なエネルギー P_e を導出することができるようになる。

【0069】一方、偏差 ΔP_d が許容範囲内にないときには、偏差 ΔP_d に基づいてエンジン 50 から出力すべきエネルギー P_e を計算（ $P_e \leftarrow P_e - K_b \times \Delta P_b$ ）により設定し直す（ステップ S120）。ここで、 K_b は比例定数である。したがって、偏差 ΔP_b が正の値のとき、即ち充放電電力 P_b が許容範囲を超えて目標値 P_b^* より大きいときにはエネルギー P_e を小さくし、偏差 ΔP_b が負の値のとき、即ち充放電電力 P_b が許容範囲を超えて目標値 P_b^* より小さいときにはエネルギー P_e を大きくするのである。そして、この再設定されたエネルギー P_e に基づいてエンジン 50 の目標回転数 N_e^* や目標トルク T_e^* を再設定し（ステップ S122）、再設定された値を用いてクラッチモータ 30、アシストモータ 40 およびエンジン 50 を制御を行なう（ステップ S126 ないし S128）。こうした処理により、充放電

電力 P_b と目標値 P_{b*} との偏差 ΔP_b は許容範囲内になり、設定した動力が駆動軸 22 に出力されると共に設定した電力によりバッテリー 94 を充放電させることができるようになる。

【0070】以上説明した第 1 実施例の動力出力装置 20 によれば、エンジン 50 の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などの外因によってエンジン 50 から実際に出力されるエネルギーがエンジン 50 から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、バッテリー 94 の充放電電力 P_b と目標値 P_{b*} との偏差 ΔP_b に基づいてエンジン 50 から出力すべきエネルギー P_e を変更するから、駆動軸 22 に所望の動力を出力すると共に、所望の電力でバッテリー 94 を充放電することができる。したがって、バッテリー 94 の充放電電力 P_b の目標値 P_{b*} を値 0 とし、上述の閾値 P_{ref} を小さくすれば、より確実に、バッテリー 94 の充放電なしにエンジン 50 から出力された動力をトルク変換して駆動軸 22 に出力することができる。この結果、予期しないバッテリー 94 の充放電が行なわれないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0071】また、第 1 実施例の動力出力装置 20 によれば、充放電電力 P_b と目標値 P_{b*} との偏差 ΔP_b が許容範囲内となったときのエネルギー P_n とエネルギー P_e との組み合わせを、エネルギー P_n が与えられたときにエネルギー P_e を導出する処理で用いるマップに書き込んで学習するようにしたから、与えられたエネルギー P_n に対してよりの確なエネルギー P_e を導出することができる。この結果、予期しない電力によるバッテリー 94 の充放電を更に抑制することができる。

【0072】もとより、第 1 実施例の動力出力装置 20 では、エンジン 50 から出力するエネルギー P_e が同じであれば、できる限り効率が高くなるようエンジン 50 の目標回転数 N_{e*} や目標トルク T_{e*} を設定するから、装置全体のエネルギー効率を更に向上させることができる。

【0073】第 1 実施例の動力出力装置 20 では、バッテリー 94 の充放電を伴う出力制御処理として説明したが、目標値 P_{b*} を値 0 とすることによりバッテリー 94 の充放電を行なわない出力制御処理に適用することができるのは言うまでもない。また、第 1 実施例の動力出力装置 20 では、充放電電力 P_b と目標値 P_{b*} との偏差 ΔP_b が許容範囲内となったときのエネルギー P_n とエネルギー P_e との組み合わせを、エネルギー P_n が与えられたときにエネルギー P_e を導出する処理で用いるマップに書き込んで学習するようにしたが、こうした学習機能を備えないものとしても差し支えない。

【0074】また、第 1 実施例の動力出力装置 20 では、必要なエネルギー P_n を駆動軸 22 に出力すべきエネルギーとバッテリー 94 を充放電する目標値 P_{b*} との和によって求めたが、動力出力装置がエンジン 50 から出力

されるエネルギーやバッテリー 94 から放電される電力を駆動源として駆動するエアコンやポンプなどの補機を備えるときには、必要なエネルギー P_n を駆動軸 22 に出力すべきエネルギーとバッテリー 94 を充放電する目標値 P_{b*} と補機の駆動に必要なエネルギーとの和によって求めるものとしてもよい。

【0075】第 1 実施例の動力出力装置 20 では、バッテリー 94 の充放電電力 P_b に基づいてエンジン 50 から出力されるエネルギーをエンジン 50 から出力すべきエネルギーに修正したが、エンジン 50 が実際に出力しているトルク T_e に基づいてずれを修正するものとしてもよい。この場合の出力制御ルーチンを図 10 に例示する。図 10 の出力制御ルーチンのステップ S160 ないし S172 の処理およびステップ S182 ないし S189 の処理については、図 4 の出力制御ルーチンのステップ S100 ないし S112 の処理およびステップ S122 ないし S129 の処理と同一であるから、これらの処理の詳細な説明については省略する。以下、図 10 のルーチンにおける駆動軸 22 の回転数 N_d とアクセルペダルポジション AP とが前回と同じときの処理（ステップ S174 ないし S189 の処理）について説明する。

【0076】ステップ S166 で駆動軸 22 の回転数 N_d とアクセルペダルポジション AP とが前回と同じときには、まず、クラッチモータ 30 のトルク指令値 T_{c*} からエンジン 50 の目標トルク T_{e*} を減じて偏差 ΔT_e を求める（ステップ S174）。前述したように定常運転状態では、クラッチモータ 30 のトルク指令値 T_{c*} はそのときのエンジン 50 の負荷トルク T_e に相当するから、偏差 ΔT_e は、エンジン 50 が実際に出力しているトルク T_e と目標トルク T_{e*} との偏差を表わすことになる。続いて、求めた偏差 ΔT_e の絶対値を閾値 T_{ref} と比較する（ステップ S178）。ここで、閾値 T_{ref} は、エンジン 50 から実際に出力しているトルク T_e の目標トルク T_{e*} からの許容範囲として設定されるものである。

【0077】偏差 ΔT_e が許容範囲内にあるときには、エンジン 50 から実際に出力されているエネルギーがエンジン 50 から出力すべきエネルギーになっていると判断し、そのときのエネルギー P_n とエネルギー P_e との組み合わせをステップ S172 のエネルギー P_e を導出する処理で用いたマップに書き込み（ステップ S184）、そのときに設定されている各設定値を用いてクラッチモータ 30、アシストモータ 40 およびエンジン 50 を制御を行なう（ステップ S186 ないし S189）。

【0078】一方、偏差 ΔT_e が許容範囲内にないときには、偏差 ΔT_e に基づいてエンジン 50 から出力すべきエネルギー P_e を計算（ $P_e \leftarrow P_e - K_t \times \Delta T_e$ ）により設定し直す（ステップ S180）。ここで、 K_t は比例定数である。したがって、偏差 ΔT_e が正の値のとき、即ちエンジン 50 から実際に出力しているトルク T

eが目標トルク T_{e*} より大きいときにはエネルギー P_e を小さくし、偏差 ΔP_b が負の値のとき、即ちトルク T_e が目標トルク T_{e*} より小さいときにはエネルギー P_e を大きくするのである。そして、この再設定されたエネルギー P_e に基づいてエンジン50の目標回転数 N_{e*} や目標トルク T_{e*} を再設定し（ステップS182）、再設定された値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50を制御を行なう（ステップS186ないしS189）。こうした処理により、エンジン50から出力すべきエネルギーを実際に出力することができる。

【0079】以上説明した図10の出力制御ルーチンによれば、エンジン50の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などの外因によってエンジン50が実際に出力しているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、エンジン50から実際に出力されているトルク T_e と目標トルク T_{e*} との偏差 ΔT_e に基づいてエンジン50から出力すべきエネルギー P_e を変更するから、駆動軸22に所望の動力を出力すると共に、所望の電力でバッテリー94を充放電することができる。したがって、バッテリー94の充放電電力 P_b の目標値 P_{b*} を値0とし、上述の閾値 T_{ref} を小さくすれば、より確実に、バッテリー94の充放電なしにエンジン50から出力された動力をトルク変換して駆動軸22に出力することができる。この結果、予期しないバッテリー94の充放電が行なわれないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0080】第1実施例の動力出力装置20やその変形例では、エンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なる場合には、エンジン50から出力されるエネルギーを変更することによりエンジン50から出力すべきエネルギーを実際に出力するように制御したが、例えばエンジン50の一気筒が失火したり高地での運転時のときのようにエンジン50から十分なエネルギーを出力することができないときには、エンジン50から出力されるエネルギーを変更してエンジン50から出力すべきエネルギーを実際に出力することができないから、エンジン50から実際に出力されているエネルギーに駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 T_d^* やエンジン50の目標トルク T_{e*} を調整するものとしてもよい。この場合の出力制御ルーチンを図11と図12とに例示する。図11はバッテリー94の充放電電力 P_b に基づいてエンジン50から実際に出力されているエネルギーにトルク指令値 T_d^* を修正する際の出力制御ルーチンであり、図12はエンジン50から実際に出力されているトルク T_e に基づいてエンジン50から実際に出力されているエネルギーにトルク指令値 T_d^* とエンジン50の目標トルク T_{e*} とを修正する際の出力制御ルーチンである。まず、図11の出力制御ルーチンについて説明する。

【0081】図11の出力制御ルーチンのステップS200ないしS206の処理は、図4の出力制御ルーチンのステップS100ないしS106の処理と同一なので、その詳細な説明は省略する。ステップS206で駆動軸22の回転数 N_d やアクセルペダルポジション A_P が前回と異なるときには、アクセルペダルポジション A_P と回転数 N_d と補正係数 K とに基づいて駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 T_d^* を設定する（ステップS208）。ここで設定されるトルク指令値 T_d^* は、図5のマップを用いて導出した値（図4の出力制御ルーチンのステップS108で設定されるトルク指令値 T_d^* ）に補正係数 K を乗じたものである。補正係数 K は、動力出力装置20が起動されたときには、図示しない初期化ルーチンにより初期値として値1が設定され、この値1と後述する閾値 K_{ref} との範囲内で変化する。

【0082】次に、必要なエネルギー P_n を計算（ $P_n = N_d \times T_d^* / K + P_{b*}$ ）により求め（ステップS210）、求めたエネルギー P_n に基づいてエンジン50から出力すべきエネルギー P_e を導出する（ステップS212）。必要なエネルギー P_n を求める式は、右辺第1項を補正係数 K で割っているから、図4の出力制御ルーチンのステップS110で求めるエネルギー P_n と同一の値となる。したがって、エネルギー P_n およびエネルギー P_e は、アクセルペダルポジション A_P と駆動軸22の回転数 N_d とバッテリー94の充放電電力の目標値 P_{b*} が同じであれば、補正係数 K の値に拘わらず同じ値となる。エンジン50から出力すべきエネルギー P_e を求めると、エネルギー P_e に基づいてエンジン50の目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} とを設定し（ステップS213）、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう（ステップS226ないしS229）。こうした処理によりトルク指令値 T_d^* は、補正係数 K が乗じられるためにアクセルペダルポジション A_P と駆動軸22の回転数 N_d とに基づいて求まる値より小さく設定されることになり、エンジン50の目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} は、補正係数 K の値に拘わらず、補正係数 K を値1としたときのトルク指令値 T_d^* と目標値 P_{b*} とに基づいて定まる値に設定されることになる。したがって、補正係数 K が値1のときには、図4の出力制御ルーチンと同様の処理となる。なお、ステップS226ないしS229のクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御は、図4のステップS126ないしS129で説明した制御と同一である。

【0083】ステップS206で駆動軸22の回転数 N_d とアクセルペダルポジション A_P とが前回と同じときには、まず、電力計99bにより検出されるバッテリー94の充放電電力 P_b を読み込み（ステップS214）、目標値 P_{b*} から読み込んだ充放電電力 P_b を減じてその偏差 ΔP_b を求め（ステップS216）、求めた偏差

ΔP_b を閾値 P_{ref} と比較する(ステップS118)。そして、偏差 ΔP_d が閾値 P_{ref} 以下のときには、現在設定されている値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう(ステップS226ないしS229)。

【0084】一方、偏差 ΔP_d が閾値 P_{ref} より大きいときには、補正係数 K から所定値 ΔK を減じたものを新たな補正係数 K として設定し(ステップS220)、設定した補正係数 K が閾値 K_{ref} 未満にならないよう制限する処理を行なう(ステップS222およびS223)。ここで、所定値 ΔK は、補正係数 K を徐々に変化させる変化量であり、実施例では、補正係数 K が1秒間に0.01だけ変化するように設定した。補正係数 K が閾値 K_{ref} 未満とならないよう制限するのは、過度に小さくなるのを防止するためである。なお、実施例では、閾値 K_{ref} に値0.7を設定した。そして、トルク指令値 T_d^* に補正係数 K を乗じたものを新たなトルク指令値 T_d^* として設定し(ステップS224)、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう(ステップS226ないしS229)。

【0085】以上説明した図11の出力制御ルーチンによれば、エンジン50の一部の気筒の失火などによりエンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、バッテリー94の充放電電力 P_b と目標値 P_b^* との偏差 ΔP_b に基づいて駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 T_d^* を変更するから、変更されたトルク指令値 T_d^* と回転数 N_d とを乗じた動力を駆動軸22に出力すると共に、所望の電力でバッテリー94を充放電することができる。したがって、バッテリー94の充放電電力 P_b の目標値 P_b^* を値0とし、上述の閾値 P_{ref} を小さくすれば、より確実に、バッテリー94の充放電なしにエンジン50から出力された動力をトルク変換して駆動軸22に出力することができる。この結果、過剰なバッテリー94の放電が行なわれないから、バッテリー上がりを防止することができる。

【0086】図11の出力制御ルーチンでは、バッテリー94の充放電を伴う出力制御処理として説明したが、目標値 P_b^* を値0とすることによりバッテリー94の充放電を行なわない出力制御処理に適用することができるのは言うまでもない。また、図11の出力制御ルーチンでは、必要なエネルギー P_n を駆動軸22に出力すべきエネルギーとバッテリー94を充放電する目標値 P_b^* とに基づいて求めたが、動力出力装置がエンジン50から出力されるエネルギーやバッテリー94から放電される電力を駆動源として駆動するエアコンやポンプなどの補機を備えるときには、必要なエネルギー P_n を駆動軸22に出力すべきエネルギーとバッテリー94を充放電する目標値 P_b^* と補機の駆動に必要なエネルギーとに基づいて求めるものと

してもよい。

【0087】次に、図12の出力制御ルーチンについて説明する。図12の出力制御ルーチンのステップS230ないしS243の処理およびステップS250ないしS259の処理については、図11の出力制御ルーチンのステップS200ないしS213の処理およびステップS220ないしS229の処理と同一であるから、これらの処理の詳細な説明については省略する。以下、図12のルーチンにおける駆動軸22の回転数 N_d とアクセルペダルポジション AP とが前回と同じときの処理(ステップS244ないしS248の処理)について説明する。

【0088】ステップS236で駆動軸22の回転数 N_d とアクセルペダルポジション AP とが前回と同じときには、まず、偏差 ΔT_e を計算($\Delta T_e = K \times T_e^* - T_c^*$)により求める処理を行なう(ステップS244)。ここで、補正係数 K を乗じた目標トルク T_e^* を用いるのは、目標値をエンジン50から実際に出力されているトルク T_e に近づけるためである。なお、クラッチモータ30のトルク指令値 T_c^* がエンジン50から実際に出力しているトルク T_e に相当すること、偏差 ΔT_e がエンジン50が実際に出力しているトルク T_e と目標トルク T_e^* との偏差を表わすことについては説明した。

【0089】偏差 ΔT_e が閾値 T_{ref} 以下のときには、現在設定されている値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行ない(ステップS256ないしS259)、偏差 ΔT_e が閾値 T_{ref} より大きいときには、補正係数 K から所定値 ΔK を減じたものを新たな補正係数 K として設定し(ステップS250)、設定した補正係数 K が閾値 K_{ref} 未満にならないよう制限し(ステップS252およびS253)、トルク指令値 T_d^* に補正係数 K を乗じたものを新たなトルク指令値 T_d^* として設定し(ステップS254)、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう(ステップS256ないしS259)。

【0090】以上説明した図12の出力制御ルーチンによれば、エンジン50の一部の気筒の失火などによりエンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、補正係数 K を徐々に減じながらトルク指令値 T_d^* を変更すると共に、判定に用いる目標値に補正係数 K を乗じるから、変更されたトルク指令値 T_d^* と回転数 N_d とを乗じた動力を駆動軸22に出力すると共に、所望の電力でバッテリー94を充放電することができる。したがって、バッテリー94の充放電電力 P_b の目標値 P_b^* を値0とし、上述の閾値 T_{ref} を小さくすれば、より確実に、バッテリー94の充放電なしにエンジン50から出力された動力をトルク変換して駆動軸22に出力する

ことができる。この結果、過剰なバッテリー94の放電が行なわれないから、バッテリー上がりを防止することができる。

【0091】こうした変形例を含め第1実施例の動力出力装置20では、クラッチモータ30とアシストモータ40とをそれぞれ別個に駆動軸22に取り付けたが、図13に例示する変形例の動力出力装置20Aのように、クラッチモータとアシストモータとが一体となるよう構成してもよい。この変形例の動力出力装置20Aの構成について以下に簡単に説明する。図示するように、変形例の動力出力装置20Aのクラッチモータ30Aは、クランクシャフト56に結合したインナロータ34Aと、駆動軸22に結合したアウトロータ32Aとから構成され、インナロータ34Aには三相コイル36Aが取り付けられており、アウトロータ32Aには永久磁石35Aがその外周面側の磁極と内周面側の磁極とが異なるよう嵌め込まれている。なお、図示しないが、永久磁石35Aの外周面側の磁極と内周面側の磁極との間には、非磁性体により構成された部材が嵌挿されている。一方、アシストモータ40Aは、このクラッチモータ30Aのアウトロータ32Aと、三相コイル44が取り付けられたステータ43とから構成される。すなわち、クラッチモータ30Aのアウトロータ32Aがアシストモータ40Aのロータを兼ねる構成となっている。なお、クランクシャフト56に結合したインナロータ34Aに三相コイル36Aが取り付けられているから、クラッチモータ30Aの三相コイル36Aに電力を供給するスリップリング38は、クランクシャフト56に取り付けられている。

【0092】この変形例の動力出力装置20Aでは、アウトロータ32Aに嵌め込まれた永久磁石35Aの内周面側の磁極に対してインナロータ34Aの三相コイル36Aに印加する電圧を制御することにより、クラッチモータ30とアシストモータ40とを駆動軸22に別個に取り付けた前述の動力出力装置20のクラッチモータ30と同様に動作する。また、アウトロータ32Aに嵌め込まれた永久磁石35Aの外周面側の磁極に対してステータ43の三相コイル44に印加する電圧を制御することにより実施例の動力出力装置20のアシストモータ40と同様に動作する。したがって、変形例の動力出力装置20Aは、上述した実施例の動力出力装置20が行なうすべての動作について同様に動作する。

【0093】こうした変形例の動力出力装置20Aによれば、アウトロータ32Aがクラッチモータ30Aのロータの一方とアシストモータ40Aのロータとを兼ねるから、動力出力装置の小型化および軽量化を図ることができる。

【0094】また、第1実施例の動力出力装置20では、アシストモータ40を駆動軸22に取り付けたが、図14の変形例の動力出力装置20Bに示すように、ア

シストモータ40をエンジン50とクラッチモータ30との間のクランクシャフト56に取り付けてもよい。こうした変形例の動力出力装置20は次のように動作する。今、エンジン50が、図3のトルクと回転数とにより表わされる出力エネルギー一定の曲線上の回転数 N_e が値 N_1 でトルク T_e が値 T_1 の運転ポイント P_1 で運転されており、駆動軸22が値 N_2 の回転数 N_d の回転数で回転しているとする。クランクシャフト56に取り付けられたアシストモータ40からクランクシャフト56にトルク T_a ($T_a = T_2 - T_1$) を出力すれば、図3の領域 G_2 と領域 G_3 の和で表わされるエネルギーがクランクシャフト56に与えられて、クランクシャフト56のトルクは値 T_2 ($T_1 + T_a$) となる。一方、クラッチモータ30のトルク T_c を値 T_2 として制御すれば、駆動軸22にこのトルク T_c ($T_1 + T_a$) が出力されると共に、エンジン50の回転数 N_e と駆動軸22の回転数 N_d との回転数差 N_c に基づく電力(領域 G_1 と領域 G_3 との和で表わされるエネルギー)が回生される。したがって、アシストモータ40のトルク T_a をクラッチモータ30により回生される電力により丁度賄えるよう設定し、この回生電力を電源ライン L_1 , L_2 を介して第2の駆動回路92に供給すれば、アシストモータ40は、この回生電力により駆動することになる。

【0095】また、エンジン50が、図3中の回転数 N_e が値 N_2 でトルク T_e が値 T_2 の運転ポイント P_2 で運転されており、駆動軸22が値 N_2 の回転数 N_d で回転しているときを考える。このとき、アシストモータ40のトルク T_a を $T_2 - T_1$ で求められる値として制御すれば、アシストモータ40は回生制御され、図3中の領域 G_2 で表わされるエネルギー(電力)をクランクシャフト56から回生する。一方、クラッチモータ30は、インナロータ34がアウトロータ32に対して回転数差 N_c ($N_1 - N_2$) の回転数で駆動軸22の回転方向に相対的に回転するから、通常のモータとして機能し、回転数差 N_c に応じた領域 G_1 で表わされるエネルギーを駆動軸22に回転エネルギーとして与える。したがって、アシストモータ40のトルク T_a を、アシストモータ40により回生される電力でクラッチモータ30により消費される電力を丁度賄えるよう設定すれば、クラッチモータ30は、アシストモータ40により回生される電力によって駆動することになる。

【0096】したがって、変形例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20と同様に、アシストモータ40のトルク T_a およびクラッチモータ30のトルク T_c を、次式(6)および式(7)が成り立つよう制御すれば、エンジン50から出力されるエネルギーを自由にトルク変換して駆動軸22に付与することができる。また、変形例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20と同様に、こうしたエンジン50から出力される動力のすべてをトルク変換して駆動軸2

2に出力する動作の他に、エンジン50から出力される動力（トルク T_e と回転数 N_e との積）を駆動軸22に要求される動力（トルク T_d と回転数 N_d との積）より大きくして余剰の電気エネルギーを見出し、バッテリー94の充電を伴う動作としたり、逆にエンジン50から出力される動力を駆動軸22に要求される動力より小さくして電気エネルギーが不足するものし、バッテリー94から放電を伴う動作とすることもできる。

$$[0097] \quad T_e \times N_e = T_c \times N_d \quad \dots (6)$$

$$T_e + T_a = T_c = T_d \quad \dots (7)$$

【0098】したがって、変形例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20やその変形例と同様に図4や図10ないし図12の出力制御ルーチンを実行することができ、第1実施例の動力出力装置20やその変形例が奏する効果と同様に効果を奏することができる。なお、変形例の動力出力装置20Bでは、アシスト*

$$Ta^* \leftarrow \text{前回}Ta^* + K3(Ne^* - Ne) + K4 \int (Ne^* - Ne) dt \quad \dots\dots(8)$$

【0100】こうした変形例の動力出力装置20Bでは、アシストモータ40をエンジン50とクラッチモータ30との間のクランクシャフト56に取り付けたが、図17に例示する変形例の動力出力装置20Cのように、アシストモータ40とクラッチモータ30とでエンジン50を挟持する配置としてもよい。

【0101】また、変形例の動力出力装置20Bを、図18に例示する変形例の動力出力装置20Dのように、クラッチモータとアシストモータとを一体となるよう構成してもよい。こうした変形例の動力出力装置20Dでは、図示するように、クラッチモータ30Dのアウタロータ32Dがアシストモータ40Dのロータを兼ねる構成となっており、アウタロータ32Dに嵌め込まれた永久磁石35Dの内周面側の磁極に対してインナロータ34Dの三相コイル36に印加する電圧を制御することにより、変形例の動力出力装置20Bのクラッチモータ30と同様の動作が可能となる。また、アウタロータ32Dに嵌め込まれた永久磁石35Dの外周面側の磁極に対してステータ43の三相コイル44に印加する電圧を制御することにより、変形例の動力出力装置20Bのアシストモータ40と同様の動作が可能となる。したがって、変形例の動力出力装置20Dは、変形例の動力出力装置20Bのすべての動作について全く同様に動作することができる。この変形例の動力出力装置20Dによれば、変形例の動力出力装置20Bが奏する効果、即ち第1実施例の動力出力装置20が奏する効果の他に動力出力装置の小型化および軽量化を図ることができるという効果も奏する。

【0102】第1実施例の動力出力装置20やその変形例では、FR型あるいはFF型の車両に動力出力装置を搭載したが、図19に例示する変形例の動力出力装置20Eのように、4輪駆動車（4WD）に適用してもよ

モータ40がクランクシャフト56に取り付けられているから、図8のクラッチモータ制御ルーチンのステップS130およびS132の処理に代えて図15に例示するクラッチモータ制御ルーチンのステップS270に示すようにクラッチモータ30のトルク指令値 T_c^ にトルク指令値 T_d^* を設定する処理を行ない、図9のアシストモータ制御ルーチンのステップS150の処理に代えて図16に例示するアシストモータ制御ルーチンのステップS280ないしS282に示すように、エンジン50の回転数 N_e を読み込み、読み込んだ回転数 N_e を用いて次式（8）により算出される値をアシストモータ40のトルク指令値 T_a^* に設定する処理を行なう必要がある。

【0099】

【数6】

い。この構成では、駆動軸22に機械的に結合していたアシストモータ40を駆動軸22より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このアシストモータ40によって後輪部の駆動輪27、29を駆動する。一方、駆動軸22の先端はギヤ23を介してディファレンシャルギヤ24に結合されており、この駆動軸22によって前輪部の駆動輪26、28を駆動する。このような構成の下においても、前述した第1実施例を実現することは可能である。

【0103】また、第1実施例の動力出力装置20では、クラッチモータ30に対する電力の伝達手段として回転リング38aとブラシ38bとからなるスリップリング38を用いたが、回転リングー水銀接触、磁気エネルギーの半導体カップリング、回転トランス等を用いることもできる。

【0104】次に、本発明の第2の実施例としての動力出力装置110について説明する。図20は第2実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図21は第2実施例の動力出力装置110の部分拡大図、図22は第2実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。

【0105】第2実施例の動力出力装置110が組み込まれた車両は、図22に示すように、クランクシャフト156にクラッチモータ30とアシストモータ40とが取り付けられている代わりにプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2が取り付けられている点を除いて第1実施例の動力出力装置20が組み込まれた車両（図2）と同様の構成をしている。したがって、第2実施例の動力出力装置110の構成のうち第1実施例の動力出力装置20と同一の構成については、値100を加えた符号を付し、その説明は省略する。なお、第2実施例の動力出力装置110の説明でも、明示しない限

り第 1 実施例の動力出力装置 20 の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0106】図 20 に示すように、第 2 実施例の動力出力装置 110 は、大きくは、エンジン 150、エンジン 150 のクランクシャフト 156 にプラネタリキャリア 124 が機械的に結合されたプラネタリギヤ 120、プラネタリギヤ 120 のサンギヤ 121 に結合されたモータ MG1、プラネタリギヤ 120 のリングギヤ 122 に結合されたモータ MG2 およびモータ MG1、MG2 を駆動制御する制御装置 180 から構成されている。

【0107】図 21 に示すように、プラネタリギヤ 120 は、クランクシャフト 156 に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸 125 に結合されたサンギヤ 121 と、クランクシャフト 156 と同軸のリングギヤ軸 126 に結合されたリングギヤ 122 と、サンギヤ 121 とリングギヤ 122 との間に配置されサンギヤ 121 の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ 123 と、クランクシャフト 156 の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ 123 の回転軸を軸支するプラネタリキャリア 124 とから構成されている。このプラネタリギヤ 120 では、サンギヤ 121、リングギヤ 122 およびプラネタリキャリア 124 にそれぞれ結合されたサンギヤ軸 125、リングギヤ軸 126 およびプラネタリキャリア 124 (クランクシャフト 156) の 3 軸が動力の入出力軸とされ、3 軸のうちいずれか 2 軸へ入出力される動力が決定されると、残余の 1 軸に入出力される動力は決定された 2 軸へ入出力される動力に基づいて定まる。なお、このプラネタリギヤ 120 の 3 軸への動力の入出力についての詳細は後述する。

【0108】リングギヤ 122 には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ 128 がモータ MG1 側に結合されている。この動力取出ギヤ 128 は、チェーンベルト 129 により動力伝達ギヤ 111 に接続されており、動力取出ギヤ 128 と動力伝達ギヤ 111 との間で動力の伝達がなされる。図 22 に示すように、この動力伝達ギヤ 111 はディファレンシャルギヤ 114 にギヤ結合されている。したがって、動力出力装置 110 から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪 116、118 に伝達される。

【0109】モータ MG1 は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個 (実施例では、N 極が 4 個で S 極が 4 個) の永久磁石 135 を有するロータ 132 と、回転磁界を形成する三相コイル 134 が巻回されたステータ 133 とを備える。ロータ 132 は、プラネタリギヤ 120 のサンギヤ 121 に結合されたサンギヤ軸 125 に結合されている。ステータ 133 は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース 115 に固定されている。このモータ MG1 は、永久磁石 135 による磁界と三相コイル 134 によって形成される磁界との相互作用によりロータ 132 を回転駆動する電動機

として動作し、永久磁石 135 による磁界とロータ 132 の回転との相互作用により三相コイル 134 の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。なお、サンギヤ軸 125 には、その回転角度 θ_s を検出するレゾルバ 139 が設けられている。

【0110】モータ MG2 も、モータ MG1 と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個 (実施例では、N 極が 4 個で S 極が 4 個) の永久磁石 145 を有するロータ 142 と、回転磁界を形成する三相コイル 144 が巻回されたステータ 143 とを備える。ロータ 142 は、プラネタリギヤ 120 のリングギヤ 122 に結合されたリングギヤ軸 126 に結合されており、ステータ 143 はケース 115 に固定されている。モータ MG2 のステータ 143 も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータ MG2 もモータ MG1 と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。なお、リングギヤ軸 126 には、その回転角度 θ_r を検出するレゾルバ 149 が設けられている。

【0111】図 20 に示すように、第 2 実施例の動力出力装置 110 が備える制御装置 180 は、第 1 実施例の動力出力装置 20 が備える制御装置 80 と同様に構成されている。すなわち、制御装置 180 は、モータ MG1 を駆動する第 1 の駆動回路 191、モータ MG2 を駆動する第 2 の駆動回路 192、両駆動回路 191、192 を制御する制御 CPU 190、二次電池であるバッテリー 194 から構成されており、制御 CPU 190 は、内部に、ワーク用の RAM 190a、処理プログラムを記憶した ROM 190b、入出力ポート (図示せず) および E F I E C U 170 と通信を行なうシリアル通信ポート (図示せず) を備える。この制御 CPU 190 には、第 1 実施例の制御 CPU 90 と同様に、レゾルバ 139 からのサンギヤ軸 125 の回転角度 θ_s 、レゾルバ 149 からのリングギヤ軸 126 の回転角度 θ_r 、アクセルペダルポジションセンサ 164a からのアクセルペダルポジション AP、ブレーキペダルポジションセンサ 165a からのブレーキペダルポジション BP、シフトポジションセンサ 184 からのシフトポジション SP、第 1 の駆動回路 191 に設けられた 2 つの電流検出器 195、196 からの電流値 I_{u1} 、 I_{v2} 、第 2 の駆動回路 192 に設けられた 2 つの電流検出器 197、198 からの電流値 I_{u2} 、 I_{v2} 、残容量検出器 199a からのバッテリー 194 の残容量 BRM、バッテリー 194 の出力端子に設けられた電力計 199b からのバッテリー 194 の充放電電力 P_b などが、入力ポートを介して入力されている。

【0112】また、制御 CPU 190 からは、第 1 の駆動回路 191 に設けられたスイッチング素子である 6 個のトランジスタ T_{r1} ないし T_{r6} を駆動する制御信号 SW1 と、第 2 の駆動回路 192 に設けられたスイッチング素子としての 6 個のトランジスタ T_{r1} ないし T

35

r16を駆動する制御信号SW2とが出力されている。この第1の駆動回路191および第2の駆動回路192内の各々6個のトランジスタTr1ないしTr6、トランジスタTr11ないしTr16は、それぞれトランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一对の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、第1の駆動回路191ではモータMG1の三相コイル134の各々が、第2の駆動回路192ではモータMG2の三相コイル144の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されている。したがって、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6、トランジスタTr11ないしTr16のオン時間の割合を制御信号SW1、SW2により順次制御し、三相コイル134、144に流れる電流をPWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134、144により、回転磁界が形成される。

【0113】次に、第2実施例の動力出力装置110の動作について説明する。第2実施例の動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数NeとトルクTeとで表わされる運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数NrとトルクTrとで表わされる運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、即ち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクの関係は、図23に示されている。

【0114】プラネタリギヤ120の3軸（サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124）における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図24および図25に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。第2実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0115】図24における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、プラネタリキャリア124の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:ρに内分する軸として定められる。ここで、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式(9)で表わされる。

【0116】

【数7】

36

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \cdots \cdots (9)$$

【0117】いま、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクラクシャフト156が結合されているプラネタリキャリア124の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この二点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式(次式(10))により求めることができる。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0118】

【数8】

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \cdots \cdots (10)$$

【0119】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをプラネタリキャリア124の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(11)および式(12)によって表わされる。

【0120】

【数9】

$$Tes = Te \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \cdots \cdots (11)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \cdots \cdots (12)$$

【0121】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルクTesと大きさが同じで向きが反対のトルクTm1を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルクと同じ大きさで向きが反対のトルクTrとトルクTerとの合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルクTm2を作用させるのである。このトルクTm1はモータMG1により、トルクTm2はモータMG2により作用させることができる。こ

のとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0122】ここで、電気エネルギー P_{m1} と電気エネルギー P_{m2} とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー P_e とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー P_r とを等しくすればよい。すなわち、トルク T_e と回転数 N_e との積で表わされるエネルギー P_e と、トルク T_r と回転数 N_r との積で表わされるエネルギー P_r とを等しくするのである。図23に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク T_e と回転数 N_e とで表わされる動力を、トルク変換して、エネルギーが同一でトルク T_r と回転数 N_r とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力を、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0123】図24に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 N_s は正であったが、エンジン150の回転数 N_e とリングギヤ軸126の回転数 N_r とによっては、図25に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー P_{m1} とモータMG2で回生する電気エネルギー P_{m2} とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー P_{m1} をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0124】こうした第2実施例の動力出力装置110は、上述したように、プラネタリギヤ120の動作を考

慮する必要があるが、エンジン150の運転ポイントとリングギヤ軸126の運転ポイントとを独立に設定できるから、第1実施例の動力出力装置20やその変形例と同様な処理、即ち図4や図10ないし図12の出力制御ルーチンと同様な処理を行なうことができる。第2実施例の動力出力装置110により実行される図4、図10ないし図12の出力制御ルーチンに対応するルーチンの一例を図26、図29ないし図31に示す。第2実施例の動力出力装置110の説明として、これらのすべての出力制御ルーチンについて説明すると冗長となるから、以下、図26の出力制御ルーチンと図31の出力制御ルーチンについて説明し、この2つの出力制御ルーチンの一部を組み合わせることにより説明できる図29と図30の出力制御ルーチンについての説明は省略する。

【0125】第2実施例の動力出力装置110において実行する図26の出力制御ルーチンは、図4の出力制御ルーチンと比較して、駆動軸22の回転数 N_d や駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 T_d^* に代えてリングギヤ軸126の回転数 N_r やリングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 T_r^* を用いている点（ステップS302ないしS310）と、サンギヤ軸125の目標回転数 N_s^* をエンジン50の回転数 N_e に代えて目標回転数 N_e^* を用いて式(10)により算出して設定する点（ステップS323）と、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御（ステップS126およびS128）に代えてモータMG1とモータMG2の制御を行なう点（ステップS326およびS329）とが異なるだけで図4の出力制御ルーチンと同一である。なお、リングギヤ軸126は、動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械的に結合されているから、実質的に第1実施例における駆動軸22に相当するものである。また、第2実施例でも、第1実施例のクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御と同様に、モータMG1、モータMG2およびエンジン150の各制御を別々のステップとして記載したが、これらの各制御は本ルーチンとは異なるタイミングで別個独立にかつ並行的に行なわれるものである。

【0126】図26の出力処理ルーチンにおけるステップS326のモータMG1の制御とステップS328のモータMG2の制御は、図27に例示するモータMG1の制御ルーチンと図28に例示するモータMG2の制御ルーチンを実行することにより行なわれる。図27に例示するモータMG1の制御ルーチンと図28に例示するモータMG2の制御ルーチンは、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* やモータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を設定する処理（図27のS330およびS332、図28のステップS350）が異なるだけで、図9のアシストモータ制御ルーチンと同様な処理である。即ち、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* は、サンギヤ軸12

5の回転数 N_s を用いて次式(13)によって設定され、モータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* は、次式(14)によって設定される。モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* を算出する式(13)中の右辺第2項は回転数 N_s の目標回転数 N_s^* からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第3項は定常偏差をなくす積分項である。このようにモータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* を設定することによりサンギヤ軸125を目標回転数 N_s^* で安定して回転させることができる。サンギヤ軸125の目標回転数 N_s^* はエンジン150の目標回転数 N_e^* を $\times 10$

$$T_{m1}^* \leftarrow \text{前回} T_{m1}^* + K5(N_s^* - N_s) + K6 \int (N_s^* - N_s) dt \quad \dots\dots(13)$$

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - \frac{T_{m1}^*}{\rho} \quad \dots\dots(14)$$

【0128】以上の説明により第2実施例の動力出力装置110でも、図26の出力制御ルーチンを実行することにより、第1実施例の動力出力装置20が奏する効果と同一の効果、即ち、エンジン150の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などの外因によってエンジン150から実際に出力されるエネルギーがエンジン150から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、バッテリー194の充放電電力 P_b と目標値 P_b^* との偏差 ΔP_b に基づいてエンジン150から出力すべきエネルギー P_e を変更するから、サンギヤ軸125に所望の動力を出力すると共に、所望の電力でバッテリー194を充放電することができるという効果や、バッテリー194の充放電電力 P_b の目標値 P_b^* を値0とすることにより、予期しないバッテリー194の充放電を防止すると共に装置全体のエネルギー効率を向上させることができるという効果、充放電電力 P_b と目標値 P_b^* との偏差 ΔP_b が許容範囲内となったときのエネルギー P_n とエネルギー P_e との組み合わせを学習することにより、予期しない電力によるバッテリー194の充放電を抑制することができるという効果などを奏することができる。

【0129】次に、図12の出力制御ルーチンに対応する図31の出力制御ルーチンについて説明する。図31の出力制御ルーチンは、図12の出力制御ルーチンと比較して、駆動軸22の回転数 N_d や駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 T_d^* に代えてリングギヤ軸126の回転数 N_r やリングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 T_r^* を用いている点(ステップS440ないしS452)と、サンギヤ軸125の目標回転数 N_s^* をエンジン50の回転数 N_e に代えて目標回転数 N_e^* を用いて式(10)により算出して設定する点(ステップS456)と、偏差 ΔT_e を求める処理が異なる点(ステップS458およびS460)と、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御に代えてモータMG1とモータMG2の制御を行なう点(ステップS472

用いて式(10)により求めたから、サンギヤ軸125を目標回転数 N_s^ で回転させることはエンジン150を目標回転数 N_e^* で回転させることになる。したがって、プラネタリギヤ120とモータMG1は、第1実施例の動力出力装置20におけるクラッチモータ30の役割を担っている。また、モータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を算出する式(14)は、図24や図25における動作共線の釣り合いから比例計算により求められる。

【0127】

【数10】

およびS474)とが異なるだけで図4の出力制御ルーチンと同一である。なお、これらの相違のうち、リングギヤ軸126が実質的に第1実施例における駆動軸22に相当すること、プラネタリギヤ120とモータMG1がクラッチモータ30に相当することについては説明した。以下、図12の出力制御ルーチンと異なる偏差 ΔT_e を求める処理以降の処理(ステップS458ないしS476)について説明する。

【0130】ステップS446でリングギヤ軸126の回転数 N_r とアクセルペダルポジションAPとが前回と同じときには、制御装置180の制御CPU190は、まず、エンジン150から実際に出力しているトルク T_e の推定値である推定トルク T_{est} を次式(15)により算出する処理を行なう(ステップS458)。いま、リングギヤ軸126の回転数 N_r とアクセルペダルポジションAPとが前回と同じであるから、動力出力装置110は定常運転状態にあると考えてもよい。したがって、エンジン150から出力しているトルク T_e は、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* とモータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* とを用いて図24や図25の共線図における動作共線の釣り合いから求めた式(15)により求めることができるのである。

【0131】

【数11】

$$T_{est} \leftarrow \frac{1+\rho}{\rho} \times T_{m1}^* - T_{m2}^* \quad \dots\dots(15)$$

【0132】推定トルク T_{est} を求めると、続いて、補正係数 K を乗じた目標トルク T_e^* から求めた推定トルク T_{est} を減じて偏差 ΔT_e を算出する処理を行なう(ステップS460)。ここで、補正係数 K を乗じた目標トルク T_e^* を用いるのは、図12の出力制御ルーチンの場合と同様に、目標値をエンジン150から実際

41

に出力されているトルク T_e に近づけるためである。こうして偏差 ΔT_e を算出すると、偏差 ΔT_e を閾値 T_{ref} と比較し(ステップS462)、偏差 ΔT_e が閾値 T_{ref} より大きいときには、補正係数 K から所定値 ΔK を減じたものを新たな補正係数 K として設定し(ステップS464)、設定した補正係数 K が閾値 K_{ref} 未満にならないよう制限し(ステップS466およびS468)、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 T_r^* に補正係数 K を乗じたものを新たなトルク指令値 T_r^* として設定し(ステップS470)、設定した値を用いてモータMG1、モータMG2およびエンジン150の制御を行なう(ステップS472ないしS476)。

【0133】以上説明した図31の出力制御ルーチンによれば、エンジン150の一部の気筒の失火などによりエンジン150から実際に出力されているエネルギーがエンジン150から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、徐々に減少する補正係数 K を乗じてトルク指令値 T_r^* を変更させると共に、判定に用いる目標値に補正係数 K を乗じて変更させるから、変更したトルク指令値 T_r^* と回転数 N_r とを乗じた動力をリングギヤ軸126に出力すると共に、所望の電力でバッテリー194を充放電することができる。したがって、バッテリー194の充放電電力 P_b の目標値 P_b^* を値0とし、上述の閾値 T_{ref} を小さくすれば、より確実に、バッテリー194の充放電なしにエンジン150から出力された動力をトルク変換してリングギヤ軸126に出力することができる。この結果、過剰なバッテリー194の放電が行なわれないから、バッテリー上がりを防止することができる。

【0134】第2実施例の動力出力装置110では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図32の変形例の動力出力装置110Aに示すように、リングギヤ軸126を延出してケース115から取り出すものとしてもよい。また、図33の変形例の動力出力装置110Bに示すように、エンジン150側からプラネタリギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配置してもよい。この場合、サンギヤ軸125Bは中空でなくともよく、リングギヤ軸126Bは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Bに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0135】第2実施例の動力出力装置110では、モータMG2をリングギヤ軸126に取り付けたが、図34に例示する変形例の動力出力装置110Cのように、モータMG2をクランクシャフト156に取り付けるものとしてもよい。この変形例の動力出力装置110Cでは、図34に示すように、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125Cにはモータ

42

MG1のロータ132が取り付けられており、プラネタリキャリア124には、第2実施例の動力出力装置110と同様に、エンジン150のクランクシャフト156が取り付けられている。このクランクシャフト156には、モータMG2のロータ142と、クランクシャフト156の回転角度 θ_e を検出するレゾルバ157とが取り付けられている。プラネタリギヤ120のリングギヤ122に取り付けられたリングギヤ軸126Cは、その回転角度 θ_r を検出するレゾルバ149が取り付けられているだけで、動力取出ギヤ128に結合されている。

【0136】この変形例の動力出力装置110Cは次のように動作する。エンジン150を回転数 N_e とトルク T_e とで表わされる運転ポイントP1で運転し、エンジン150から出力されるエネルギー P_e ($P_e = N_e \times T_e$)と同じエネルギー P_r ($P_r = N_r \times T_r$)となる回転数 N_r とトルク T_r とで表わされる運転ポイントP2でリングギヤ軸126Cを運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126Cに作用させる場合について考える。この状態の共線図を図35および図36に例示する。

【0137】図35の共線図における動作共線の釣り合いを考えると、次式(16)ないし式(19)が導き出される。即ち、式(16)はエンジン150から入力されるエネルギー P_e とリングギヤ軸126Cに出力されるエネルギー P_r の釣り合いから導き出され、式(17)はクランクシャフト156を介してプラネタリキャリア124に入力されるエネルギーの総和として導き出される。また、式(18)および式(19)はプラネタリキャリア124に作用するトルクを座標軸Sおよび座標軸Rを作用線とするトルクに分離することにより導出される。

【0138】

【数12】

$$T_e \times N_e = T_r \times N_r \quad \dots\dots(16)$$

$$T_c = T_e + T_{m2} \quad \dots\dots(17)$$

$$T_{cs} = T_c \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots\dots(18)$$

$$T_{cr} = T_c \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots\dots(19)$$

【0139】この動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いがとれればよいから、トルク T_{m1} とトルク T_{cs} とを等しく、かつ、トルク T_r とトルク T_{cr} とを等しくすればよい。以上の関係からトルク T_{m1} およびトルク T_{m2} を求めれば、次式(20)および式(21)のように表わされる。

【0140】

【数13】

$$T_{m1} = T_r \times \rho \quad \dots\dots(20)$$

$$T_{m2} = T_r \times (1+\rho) - T_e \quad \dots\dots(21)$$

【0141】したがって、モータMG1により式(20)で求められるトルク T_{m1} をサンギヤ軸125Cに作用させ、モータMG2により式(21)で求められるトルク T_{m2} をクランクシャフト156に作用させれば、エンジン150から出力されるトルク T_e および回転数 N_e で表わされる動力をトルク T_r および回転数 N_r で表わされる動力にトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力することができる。なお、この共線図の状態では、モータMG1は、ロータ132の回転の方向とトルクの作用方向が逆になるから、発電機として動作し、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} を回生する。一方、モータMG2は、ロータ142の回転の方向とトルクの作用方向が同じになるから、電動機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} を消費する。

【0142】図35に示す共線図ではサンギヤ軸125Cの回転数 N_s は正であったが、エンジン150の回転数 N_e とリングギヤ軸126Cの回転数 N_r とによっては、図36に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1は、ロータ132の回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、電動機として動作し、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} を消費する。一方、モータMG2は、ロータ142の回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、発電機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} をリングギヤ軸126Cから回生することになる。

【0143】以上説明したように、変形例の動力出力装置110Cでも、第2実施例の動力出力装置110と同様に、モータMG1とモータMG2を式(20)および式(21)とにより算出されるトルクが出力されるよう制御すれば、エンジン150から出力されるエネルギーを自由にトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力することができる。また、変形例の動力出力装置110Cで*

$$T_{m2}^* \leftarrow \text{前回} T_{m2}^* + K7(N_e^* - N_e) + K8 \int (N_e^* - N_e) dt \quad \dots\dots(22)$$

【0146】変形例の動力出力装置110Cでは、エンジン150とモータMG1とによりモータMG2を挟持する配置としたが、図39の変形例の動力出力装置110Dに示すように、モータMG1とモータMG2とでエンジン150を挟持する配置としてもよい。また、変形例の動力出力装置110Cでは、リングギヤ軸126Cに出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図40の変形例の動力出力装置110Eに示すように、リングギヤ軸126Eを延出してケース115から取り出すものとしてもよい。

【0147】第2実施例の動力出力装置110やその変形例では、FR型あるいはFF型の2輪駆動の車両に動力出力装置を搭載するものとしたが、図41の変形例の

*も、第2実施例の動力出力装置110と同様に、こうしたエンジン150から出力される動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力する動作の他に、エンジン150から出力される動力(トルク T_e と回転数 N_e との積)をリングギヤ軸126に要求される動力(トルク T_r と回転数 N_r との積)より大きくして余剰の電気エネルギーを見出し、バッテリー194の充電を伴う動作としたり、逆にエンジン150から出力される動力をリングギヤ軸126に要求される動力より小さくして電気エネルギーが不足するものし、バッテリー194から放電を伴う動作とすることもできる。

【0144】したがって、変形例の動力出力装置110Cでも、第2実施例の動力出力装置110と同様に、図26や図29ないし図31の出力制御ルーチンを実行することができ、第2実施例の動力出力装置110やその変形例が奏する効果と同様に効果を奏することができる。なお、変形例の動力出力装置110Cでは、モータMG2がクランクシャフト156に取り付けられているから、図27のモータMG1の制御ルーチンのステップS330およびS332の処理に代えて図37に例示するモータMG1の制御ルーチンのステップS480に示すように上式(20)のトルク T_r に代えてトルク指令値 T_r^* を用いて算出した値をモータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* に設定する処理を行ない、図28のモータMG2の制御ルーチンのステップS350の処理に代えて図38に例示するモータMG1の制御ルーチンのステップS490およびS492に示すように、エンジン150の回転数 N_e を読み込み、読み込んだ回転数 N_e を用いて次式(22)により算出される値をモータMG1のトルク指令値 T_{m2}^* に設定する処理を行なう必要がある。

【0145】

【数14】

動力出力装置110Fに示すように、4輪駆動の車両に適用するものとしてもよい。この構成では、リングギヤ軸126に結合していたモータMG2をリングギヤ軸126より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このモータMG2によって後輪部の駆動輪117、119を駆動する。一方、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されて前輪部の駆動輪116、118を駆動する。このような構成の下においても、第2実施例を実行することは可能である。

【0148】また、第2実施例の動力出力装置110やその変形例では、3軸式動力入出力手段としてプラネタリギヤ120を用いたが、一方はサンギヤと他方はリングギヤとギヤ結合すると共に互いにギヤ結合しサンギヤ

の外周を自転しながら公転する 2 つ 1 組の複数組みのブラネタリビニオンギヤを備えるダブルビニオンブラネタリギヤを用いるものとしてもよい。この他、3 軸式動力入出力手段として 3 軸のうちいずれか 2 軸に入出力される動力を決定すれば、この決定した動力に基づいて残余の 1 軸に入出力される動力を決定されるものであれば如何なる装置やギヤユニット等、例えば、ディファレンシャルギヤ等を用いることもできる。

【0149】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【0150】例えば、上述した第 1 実施例の動力出力装置 20 やその変形例のエンジン 50、あるいは第 2 実施例の動力出力装置 110 やその変形例のエンジン 150 としてガソリンエンジンを用いたが、その他に、ディーゼルエンジンや、タービンエンジンや、ジェットエンジンなど各種の内燃あるいは外燃機関を用いることもできる。

【0151】また、第 1 実施例の動力出力装置 20 やその変形例のクラッチモータ 30 やアシストモータ 40、あるいは第 2 実施例の動力出力装置 110 やその変形例のモータ MG1 やモータ MG2 に PM 形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、VR 形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0152】あるいは、第 1 実施例の動力出力装置 20 やその変形例あるいは第 2 実施例の動力出力装置 110 やその変形例では、第 1 および第 2 の駆動回路 91、92、191、192 としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Gate Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧 PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0153】また、バッテリー 94、194 としては、Pb バッテリ、NiMH バッテリ、Li バッテリなどを用いることができるが、バッテリー 194 に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0154】以上の実施例では、動力出力装置を車両に搭載する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、船舶、航空機などの交通手段や、その他各種産業機械などに搭載することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例としての動力出力装置 2

0 の概略構成を示す構成図である。

【図 2】第 1 実施例の動力出力装置 20 を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。

【図 3】第 1 実施例の動力出力装置 20 の動作原理を説明するためのグラフである。

【図 4】第 1 実施例の制御装置 80 の制御 CPU 90 により実行される出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 5】駆動軸 22 の回転数 N_d とアクセルペダルポジション AP とトルク指令値 T_d^* との関係を例示する説明図である。

【図 6】エンジン 50 の運転ポイントと効率の関係を例示するグラフである。

【図 7】エネルギー一定の曲線に沿ったエンジン 50 の運転ポイントの効率とエンジン 50 の回転数 N_e との関係を例示するグラフである。

【図 8】第 1 実施例の制御装置 80 により実行されるクラッチモータ制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 9】第 1 実施例の制御装置 80 により実行されるアシストモータ制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 10】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 11】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 12】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 13】第 1 実施例の変形例である動力出力装置 20 A の概略構成を示す構成図である。

【図 14】第 1 実施例の変形例である動力出力装置 20 B の概略構成を示す構成図である。

【図 15】第 1 実施例の変形例の動力出力装置 20 B により実行されるクラッチモータ制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図 16】第 1 実施例の変形例の動力出力装置 20 B により実行されるアシストモータ制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図 17】第 1 実施例の変形例である動力出力装置 20 C の概略構成を示す構成図である。

【図 18】第 1 実施例の変形例である動力出力装置 20 D の概略構成を示す構成図である。

【図 19】第 1 実施例の変形例である動力出力装置 20 E の概略構成を示す構成図である。

【図 20】第 2 実施例としての動力出力装置 110 の概略構成を示す構成図である。

【図 21】第 2 実施例の動力出力装置 110 の部分拡大図である。

【図 22】第 2 実施例の動力出力装置 110 を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図23】第2実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図24】第2実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図25】第2実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図26】第2実施例の制御装置180により実行される出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図27】第2実施例の制御装置180により実行されるモータMG1の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図28】第2実施例の制御装置180により実行されるモータMG2の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図29】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図30】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図31】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図32】第2実施例の変形例の動力出力装置110Aの概略構成を示す構成図である。

【図33】第2実施例の変形例の動力出力装置110Bの概略構成を示す構成図である。

【図34】第2実施例の変形例の動力出力装置110Cの概略構成を示す構成図である。

【図35】第2実施例の変形例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図36】第2実施例の変形例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図37】第2実施例の変形例の動力出力装置110Cにより実行されるモータMG1の制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図38】第2実施例の変形例の動力出力装置110Cにより実行されるモータMG2の制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図39】第2実施例の変形例の動力出力装置110Dの概略構成を示す構成図である。

【図40】第2実施例の変形例の動力出力装置110Eの概略構成を示す構成図である。

【図41】第2実施例の変形例の動力出力装置110Fの概略構成を示す構成図である。

【符号の説明】

20…動力出力装置

20A～20E…動力出力装置

22…駆動軸

23…ギヤ

24…ディファレンシャルギヤ

26, 28…駆動輪

27, 29…駆動輪

30…クラッチモータ

32…アウトロータ

34…インナロータ

35…永久磁石

36…三相コイル

10 38…スリップリング

38a…回転リング

38b…ブラシ

39…レゾルバ

40…アシストモータ

42…ロータ

43…ステータ

44…三相コイル

45…ケース

46…永久磁石

20 48…レゾルバ

49…ベアリング

50…エンジン

51…燃料噴射弁

52…燃焼室

54…ピストン

56…クランクシャフト

58…イグナイタ

60…ディストリビュータ

62…点火プラグ

30 64…アクセルペダル

64a…アクセルペダルポジションセンサ

65…ブレーキペダル

65a…ブレーキペダルポジションセンサ

66…スロットルバルブ

67…スロットルバルブポジションセンサ

68…アクチュエータ

70…E F I E C U

72…吸気管負圧センサ

74…水温センサ

40 76…回転数センサ

78…回転角度センサ

79…スタータスイッチ

80…制御装置

82…シフトレバー

84…シフトポジションセンサ

90…制御CPU

90a…RAM

90b…ROM

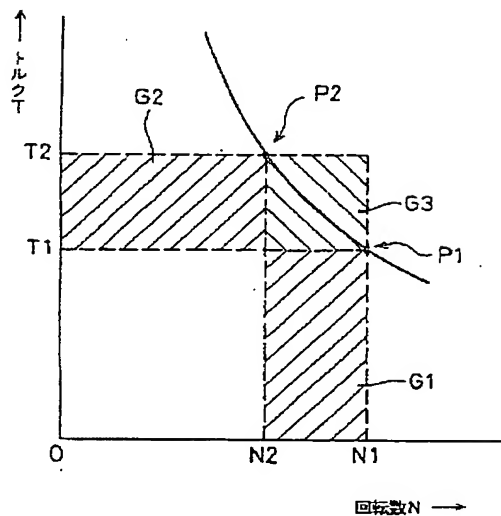
91…第1の駆動回路

50 92…第2の駆動回路

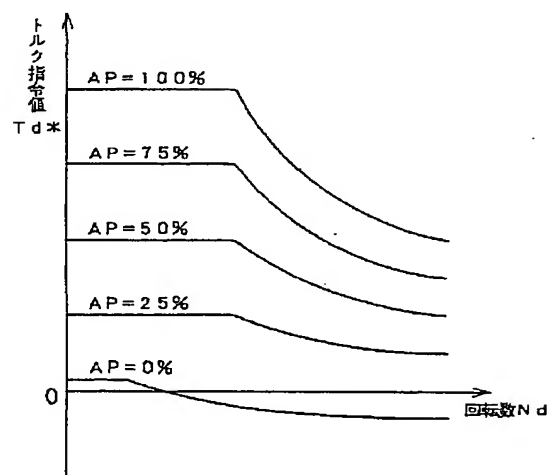
94…バッテリー
 95, 96…電流検出器
 97, 98…電流検出器
 99a…残容量検出器
 99b…電力計
 110…動力出力装置
 110A~110F…動力出力装置
 111…動力伝達ギヤ
 112…駆動軸
 114…ディファレンシャルギヤ
 115…ケース
 116, 118…駆動輪
 117, 119…駆動輪
 120…プラネタリギヤ
 121…サンギヤ
 122…リングギヤ
 123…プラネタリピニオンギヤ
 124…プラネタリキャリア
 125…サンギヤ軸
 126…リングギヤ軸
 128…動力取出ギヤ
 129…チェーンベルト
 132…ロータ
 133…ステータ
 134…三相コイル
 135…永久磁石
 139…レゾルバ
 142…ロータ

143…ステータ
 144…三相コイル
 145…永久磁石
 149…レゾルバ
 150…エンジン
 156…クランクシャフト
 157…レゾルバ
 164a…アクセルペダルポジションセンサ
 165a…ブレーキペダルポジションセンサ
 170…EFI ECU
 180…制御装置
 184…シフトポジションセンサ
 190…制御CPU
 190a…RAM
 190b…ROM
 191…第1の駆動回路
 192…第2の駆動回路
 194…バッテリー
 195, 196…電流検出器
 197, 198…電流検出器
 199a…残容量検出器
 199b…電力計
 L1, L2…電源ライン
 MG1…モータ
 MG2…モータ
 Tr1~Tr6…トランジスタ
 Tr11~Tr16…トランジスタ

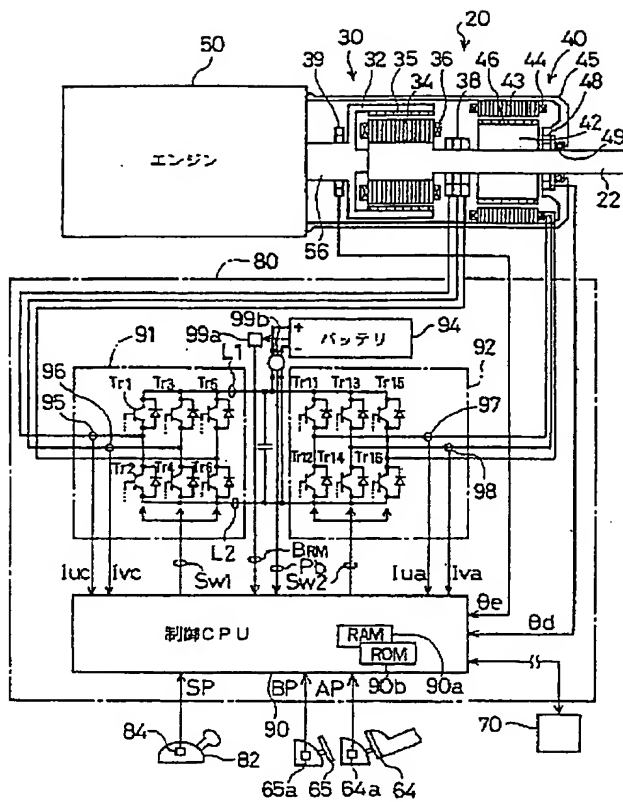
【図3】



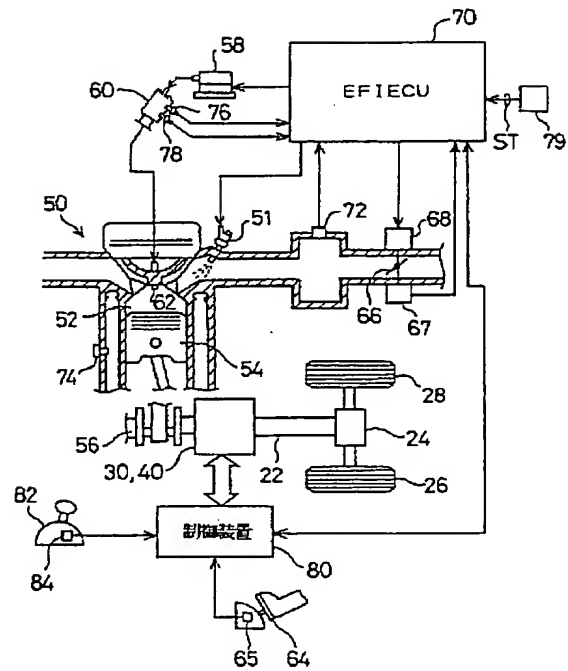
【図5】



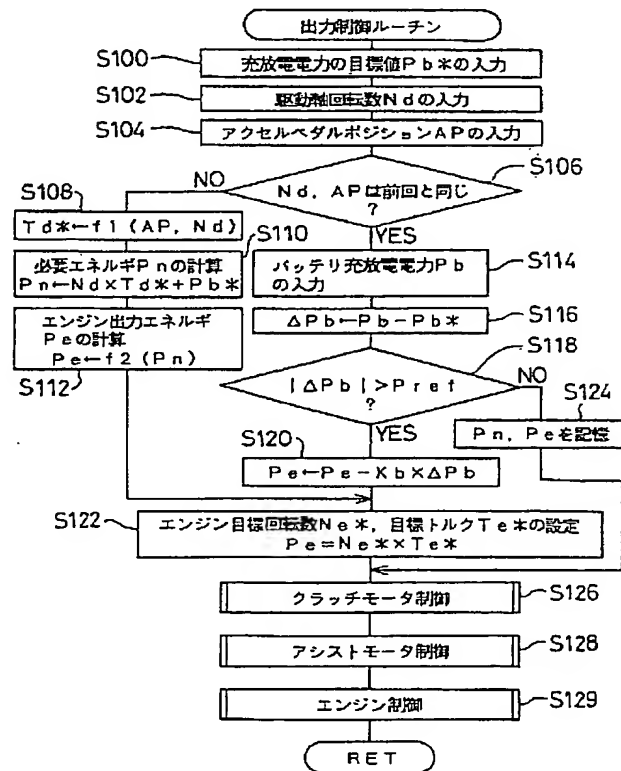
【図1】



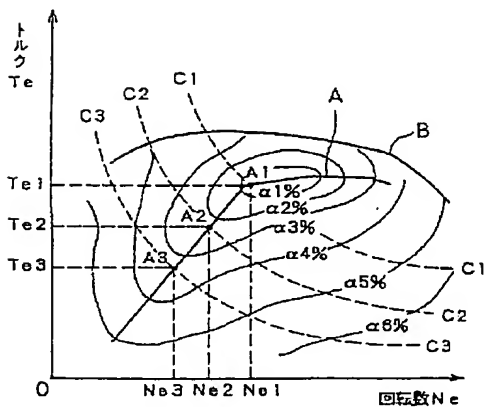
【図2】



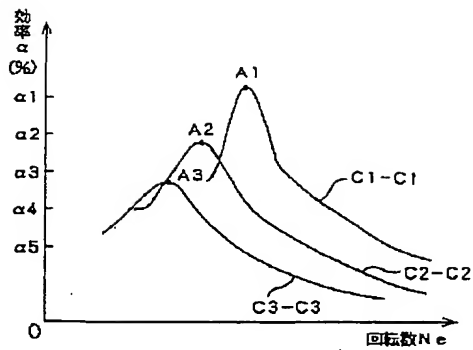
【図4】



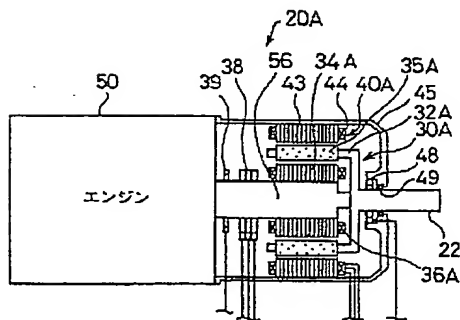
【図6】



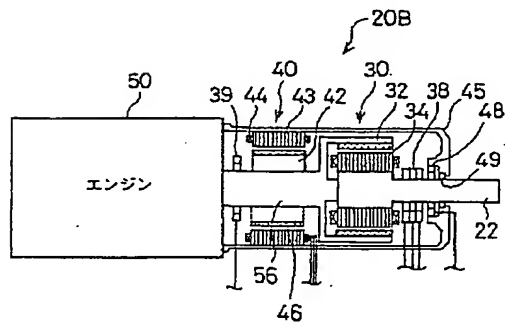
【図7】



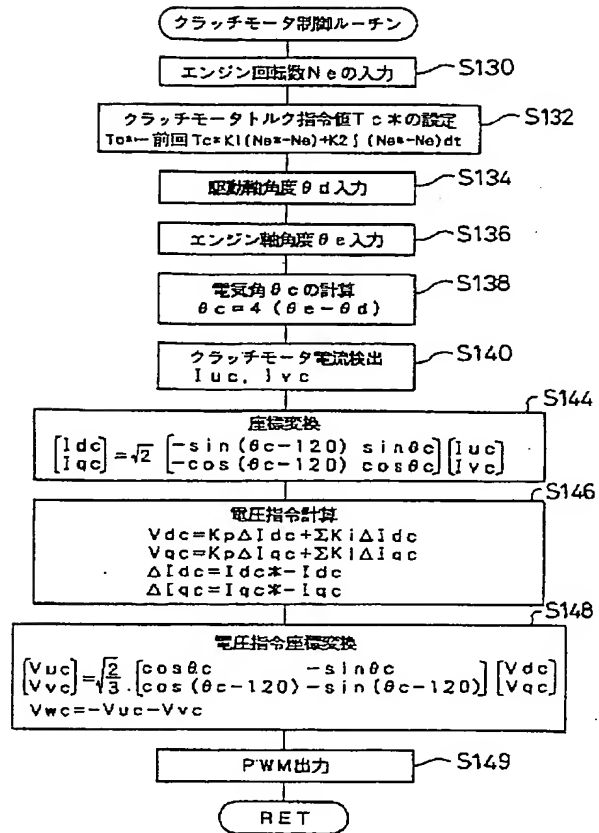
【図13】



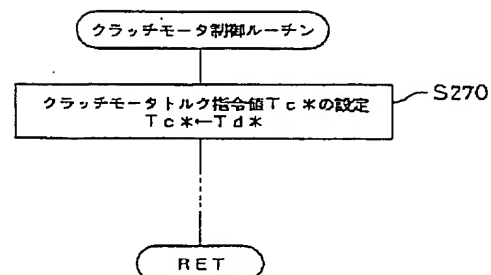
【図14】



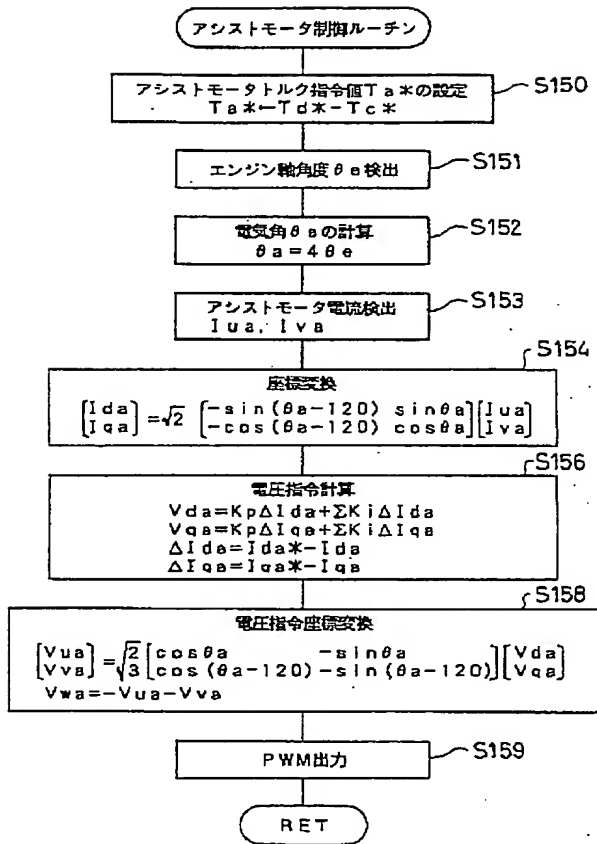
【図8】



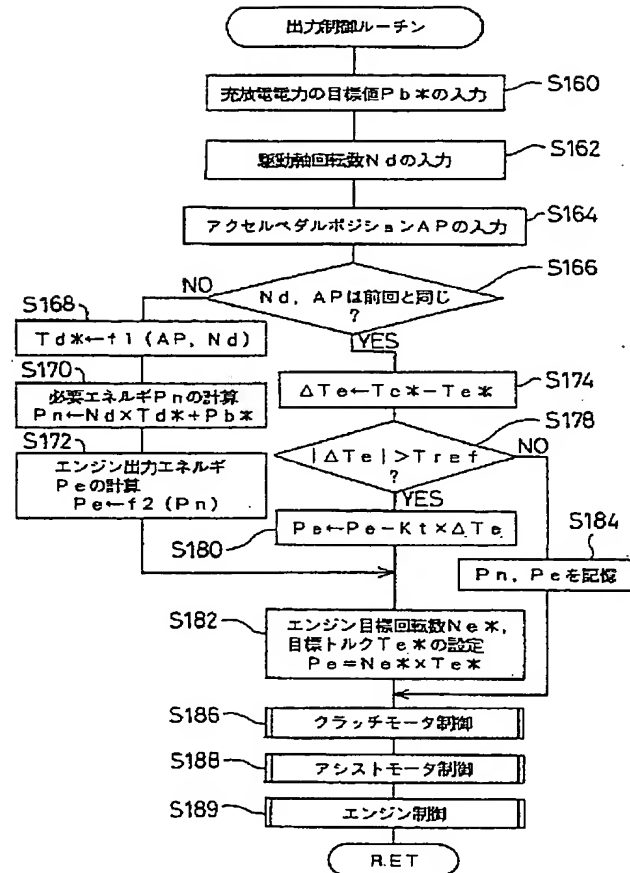
【図15】



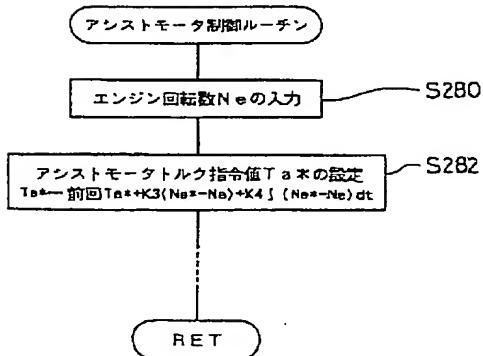
【図 9】



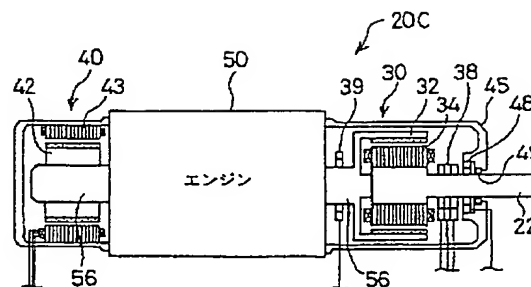
【図 10】



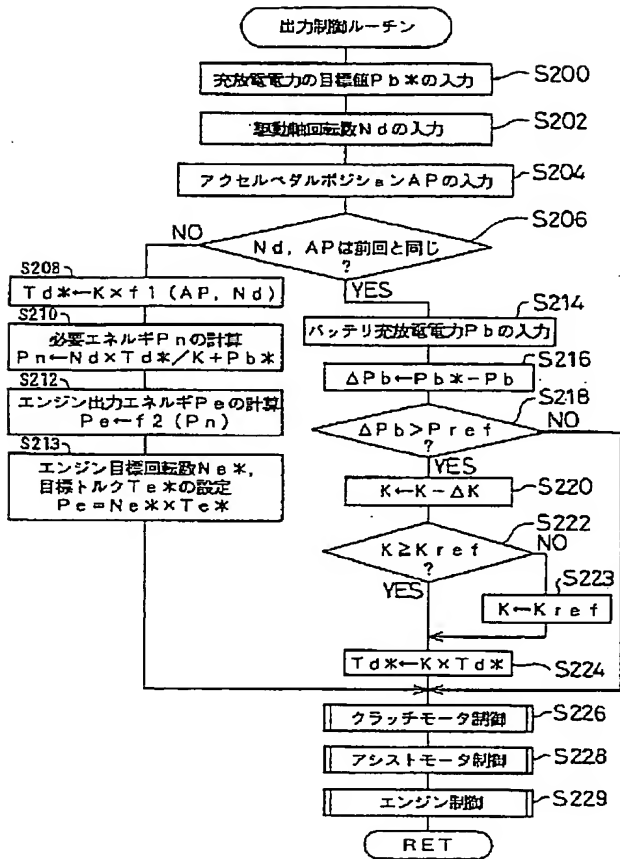
【図 16】



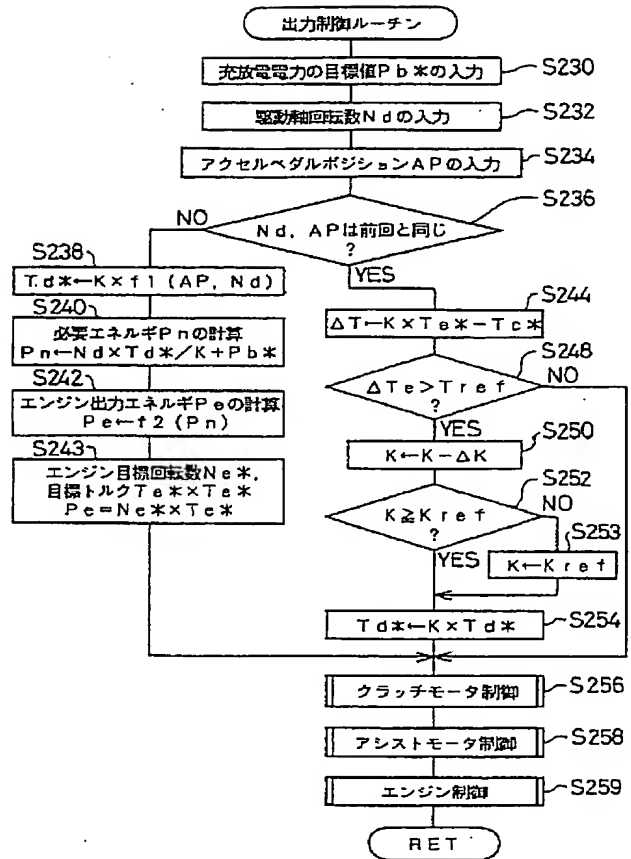
【図 17】



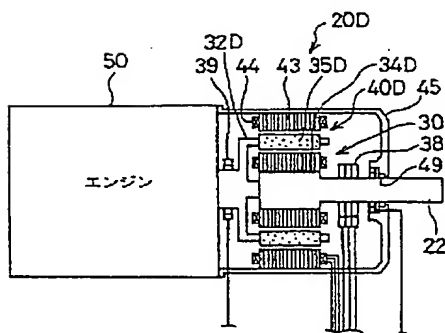
【図11】



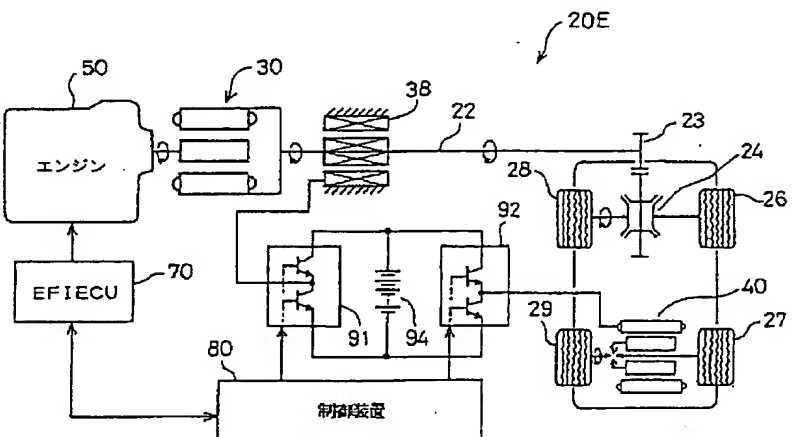
【図12】



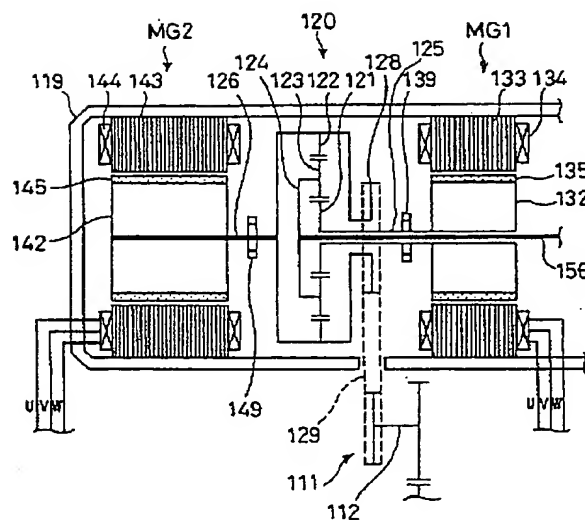
【図18】



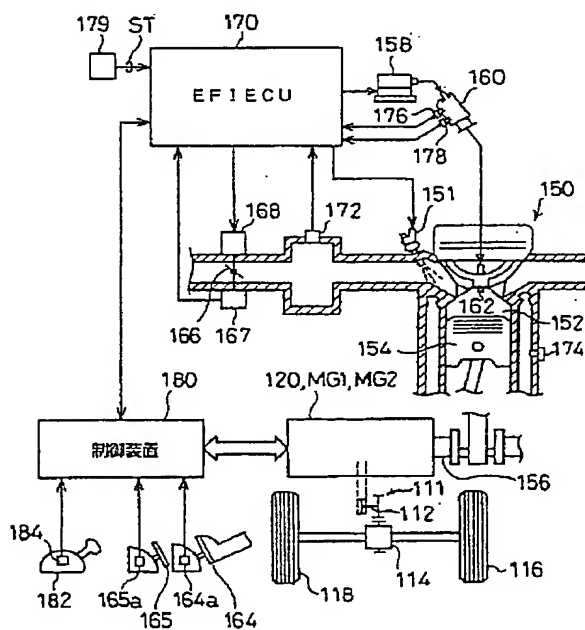
【図19】



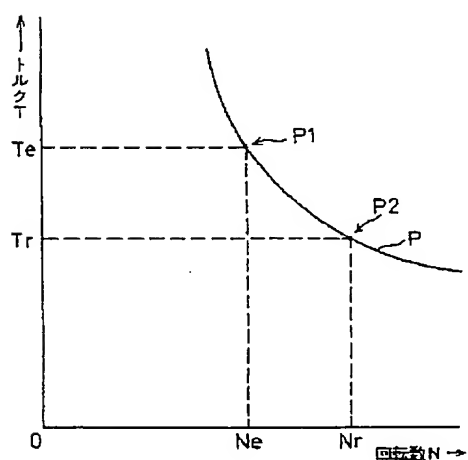
【図 2 1】



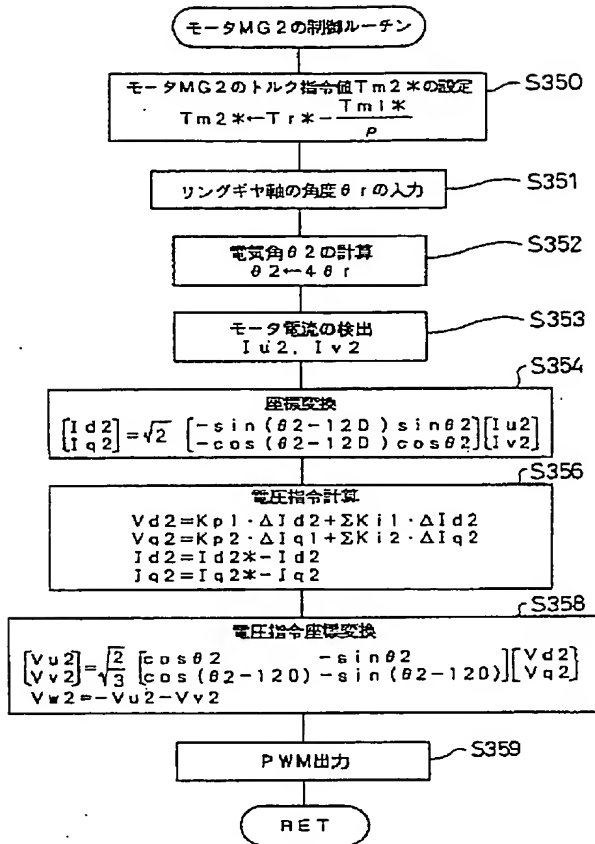
【图 22】



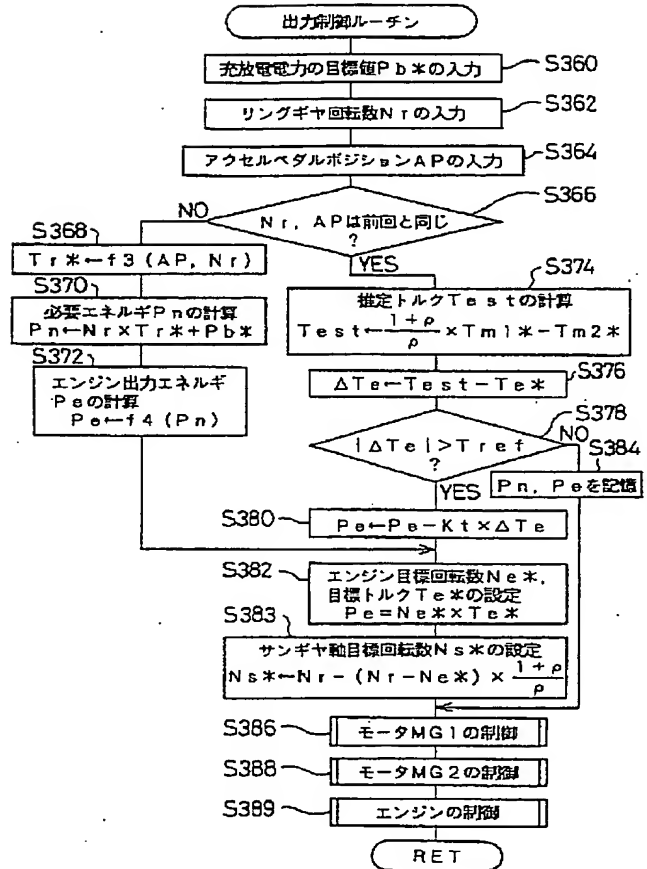
【图 2 3】



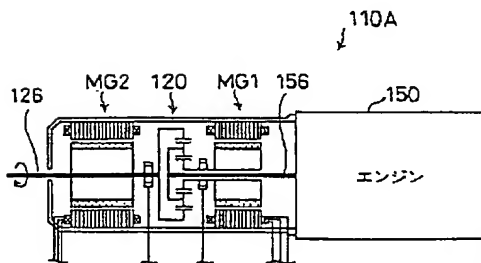
【図28】



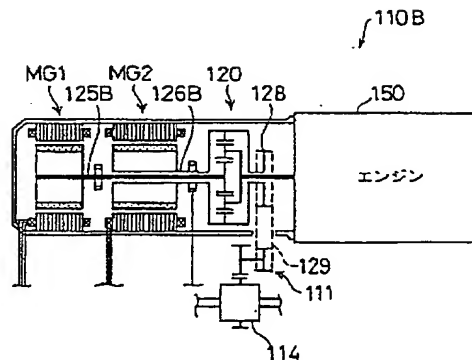
【図29】



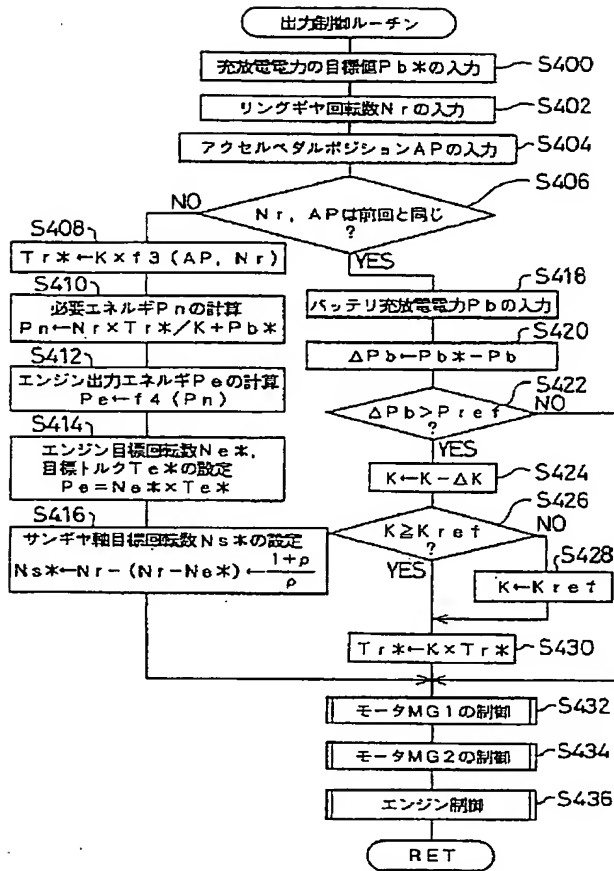
【図32】



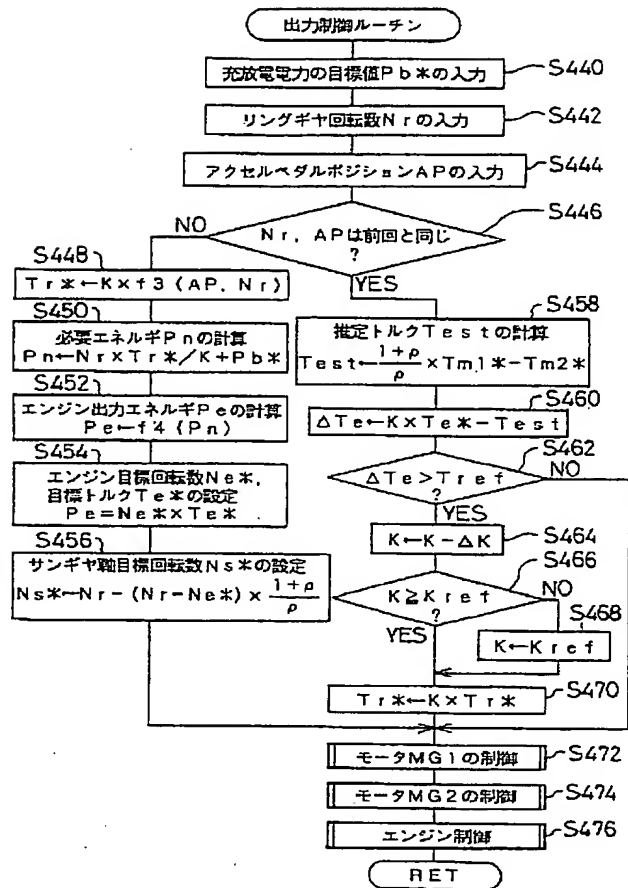
【図33】



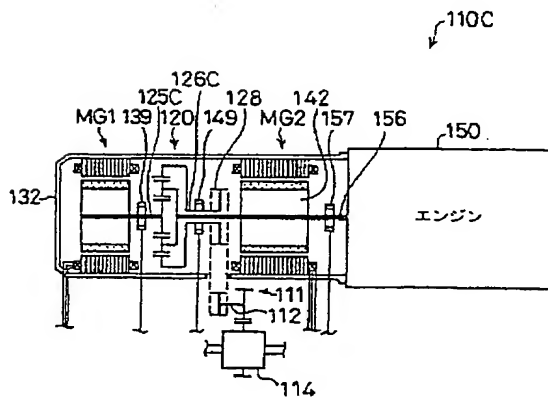
【図30】



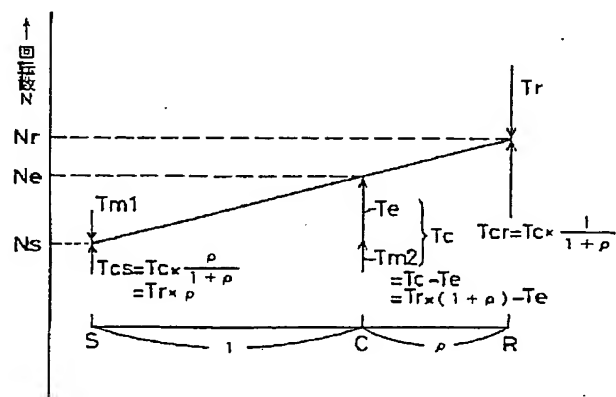
【図31】



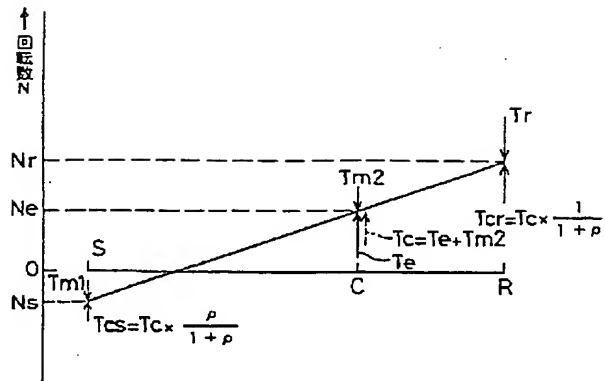
【図34】



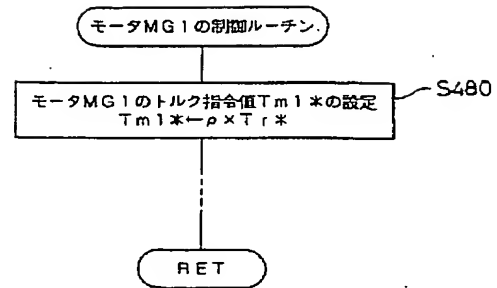
【図35】



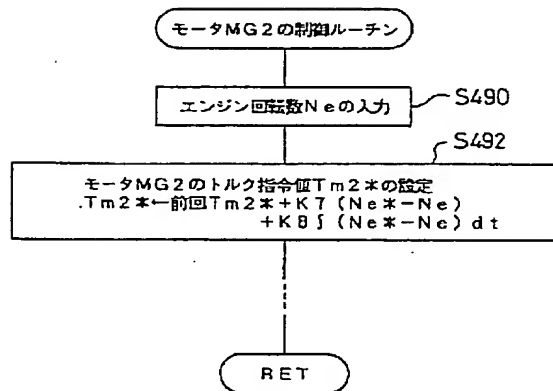
【図36】



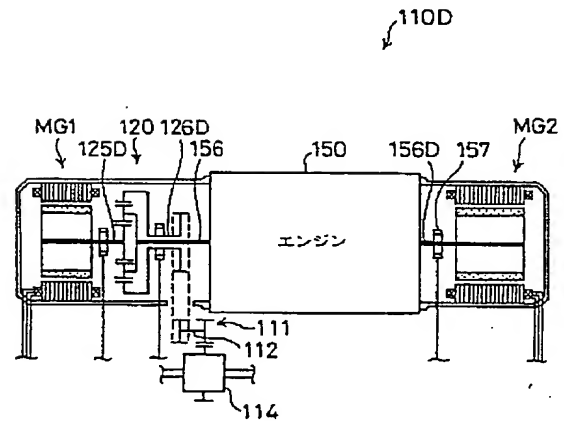
【図37】



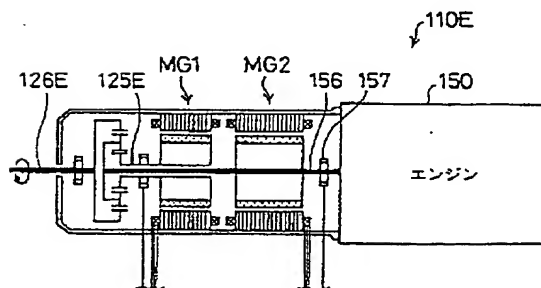
【図38】



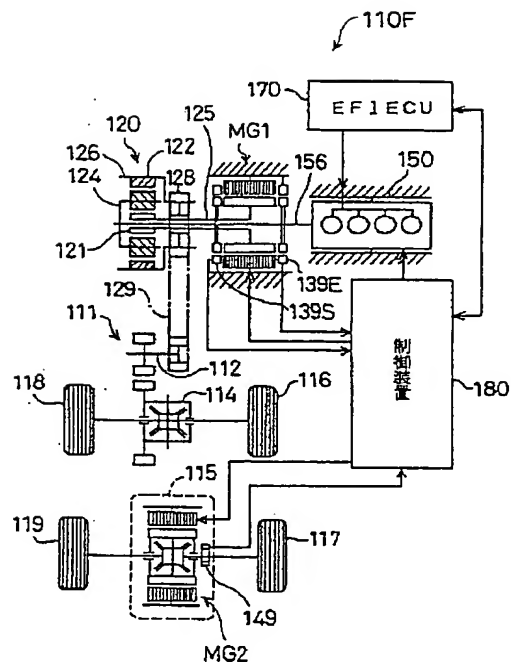
【図39】



【図40】



【図 41】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H02P 7/74

識別記号

F I

H02P 7/74

H

(72) 発明者 金森 彰彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 内田 昌利

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 山中 章弘

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 小谷 武史

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 阿部 哲也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内